

UNIVERSIDAD DE LLEIDA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRARIA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

MÁSTER DE GESTIÓN E INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**PROPUESTA DE MÉTODOS DE DETECCIÓN RÁPIDOS DE LARVAS DE
ANISAKIS EN LA SECCIÓN DE PESCADOS DE SUPSA SUPERMERCATS
PUJOL.**

FRANKLIN DAVID CAMPAÑA ZAPATA

LLEIDA

2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	PÁGINA
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Pesca de captura y acuicultura	3
2.2 Agente etiológico	5
2.2.1 Morfología	5
2.2.2 Clasificación taxonómica	6
2.2.3 Ciclo de vida	7
2.3 Patogenia y fisiopatología	8
2.3.1 Infección	9
2.3.2 Anisakiasis gástrica	9
2.3.3 Anisakiasis gastroalérgica	9
2.3.4 Eliminación	10
2.3.5 Diagnóstico	10
2.3.6 Especies descritas como parasitadas	11
2.4 Métodos de detección e identificación	11
2.4.1 Inspección visual	12
2.4.1.1 Microscopia	14
2.4.2 Transiluminación (<i>candling</i>)	14
2.4.3 Detección por luz ultravioleta	16
2.4.4 Método de presión y fluorescencia	17
2.4.5 Digestión con pepsina en medio ácido	19
2.4.6 Espectroscopía de imagen	20
2.4.7 Detección electromagnética	21
2.4.8 Técnicas genéticas	22
2.4.9 Técnicas inmunológicas	23
2.4.10 Detección de alérgenos	24
2.5 Métodos de control	25
2.5.1 Congelación	26
2.5.2 Calentamiento	29
2.5.2.1 Calentamiento por microondas	30
2.5.3 Adición de sal o salmuera	31
2.5.4 Efecto del pH	33
2.5.5 Ahumado	34
2.5.6 Tratamiento por altas presiones	35
2.5.7 Succión por vacío	36
2.5.8 Electrocutación	37
2.5.9 Irradiación	38
2.5.10 Adición de extractos vegetales y otros productos	39
2.6 Legislación	39

CAPÍTULO	PÁGINA
2.7 Sellos de calidad	41
2.7.1 Marine Stewardship Council	41
2.7.2 Friend of the Sea	42
3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA SUPSA	44
3.1 Logística de la sección de pescados	45
3.1.1 Compra del pescado	45
3.1.2 Recepción e inspección	46
3.1.3 Preparación de pedidos (<i>Picking</i>)	46
3.1.4 Venta del pescado	47
4 PROPUESTA DE MEJORA	49
4.1 Métodos no aplicables	49
4.2 Métodos aplicables	50
4.3 Otras propuestas	54
5 CONCLUSIONES	58
6 BIBLIOGRAFÍA	59
7 ANEXOS	67

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Control de trazabilidad	67
2. Listado de compras	68
3. Maira ó bacaladilla (<i>Micromesistius poutassou</i>)	69
4. Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	70
5. Rape negro (<i>Lophius pistorius</i>)	71

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Producción de la pesca y la acuicultura en el mundo	3
2. Supervivencia de las larvas de anisakis en un tratamiento con microondas	31
3. Supervivencia de anisakis en distintas concentraciones de sal	32
4. Tiempos y presiones de procesado mínimo para inactivar las larvas de anisakis	36

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Morfología de <i>Anisakis simplex</i>	6
2. Ciclo de vida de <i>Anisakis simplex</i>	8
3. Corte e inspección visual en filetes de pescado	12
4. Transiluminación para detectar larvas de anisakis	15
5. Larvas de anisakis observadas con luz ultravioleta (366 nm), antes (1) y después de congelar (2)	17
6. Preparación de prensado de filetes para la observación con luz ultravioleta	18
7. Sistema electromagnético de detección de anisakis	21
8. Máquina para eliminar por succión y destruir las larvas de anisakis	36
9. Principios del estándar Marine Stewardship Council	42
10. Lonja de Tarragona	45
11. Recepción del pescado	46
12. Zona de preparación de pedidos (<i>picking</i>)	47
13. Tienda de pescados	48
14. Anisakis presentes en maira ó bacaladilla (<i>Micromesistius poutassou</i>)	51
15. Anisakis presentes en rape (<i>Lophius pistorius</i>)	51
16. Equipo Scanisakis	53
17. Estándar Marine Stewardship Council	54
18. Equipo Tedepad	55

PROPUESTA DE MÉTODOS DE DETECCIÓN RÁPIDOS DE LARVAS DE ANISAKIS EN LA SECCIÓN DE PESCADOS DE SUPSA SUPERMERCATS PUJOL.

RESUMEN

Anisakis simplex es un parásito del pescado que causa infestación gastrointestinal en los seres humanos tras la ingesta de pescado parasitado crudo o poco cocinado. Prácticamente todos los pescados y cefalópodos que consumimos habitualmente pueden tener la larva de anisakis, ocasionando alteraciones gástricas o alérgicas. Algunos estudios en España encuentran un porcentaje de parasitación superior al 80 % en pescados de importancia comercial, como la merluza o la bacaladilla. Este estudio se llevó acabo en el supermercado SUPSA. Se analizó toda la gestión logística de la sección de pescados evaluando la posible implementación de un método de detección rápido de anisakis. Se determinó que realizar una correcta gestión de compras, junto con la inspección visual, son las mejores medidas que se adaptan a la gestión logística del supermercado.

PALABRAS CLAVE: Anisakis, larva, pescado, parásito.

PROPOSED RAPID DETECTION METHODS OF ANISAKIS LARVAE IN THE FISH SECTION OF SUPSA SUPERMERCATS PUJOL.

SUMARRY

Anisakis simplex is a parasite of the fish that causes gastrointestinal infestation in humans after the ingestion of fish parasitized crude or little cooked. Practically all the fish and cephalopods that we usually consume can have the larva of anisakis, causing gastric or allergic alterations. Some studies in Spain find a parasitation percentage of more than 80% in commercially important fish, such as hake or blue whiting. This study was carried out in the supermarket SUPSA. All the logistical management of the fish section was analyzed evaluating the possible implementation of a method of rapid detection of Anisakis. It was determined that to make a correct purchases management, together with the visual inspection, are the best measures that adapt to the logistic management of the supermarket.

KEY WORDS: Anisakis, grub, fish, parasite.

1 INTRODUCCIÓN

La pesca y la acuicultura siguen siendo importantes fuentes de alimentos, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo, la oferta mundial per cápita de pescado alcanzó un nuevo máximo histórico de 20 kg en 2014, gracias a un intenso crecimiento de la acuicultura, que en la actualidad proporciona la mitad de todo el pescado destinado al consumo humano, y a una ligera mejora de la situación de determinadas poblaciones de peces como consecuencia de una mejor ordenación pesquera, además, el pescado sigue siendo uno de los productos alimenticios más comercializados del mundo (FAO, 2016).

La Unión Europea es el principal importador de pescado y mariscos del mundo, con un 23 % de la producción internacional, de los cuales la mitad de los productos provienen de países en vías desarrollo. España es el cuarto mayor importador del mundo y el noveno exportador, por tanto, tiene un gran peso en el comercio mundial y debe mostrar su compromiso con la sostenibilidad de la pesca y la acuicultura, ya que conllevan efectos directos sobre la pobreza y la seguridad alimentaria (ABC Sociedad, 2015).

El pescado es un alimento sano y con innumerables cualidades, su alto contenido en proteínas y minerales sumado a su bajo porcentaje en grasas, hacen de este alimento, principal fuente de Omega-3, un producto indispensable e insustituible con amplios beneficios para nuestras dietas (CECOPESCA, 2012), también contribuye al desarrollo del cerebro y el sistema nervioso en fetos y niños (FAO, 2016), no obstante, al igual que muchos otros alimentos puede contener agentes patógenos que afectan a la seguridad alimentaria (Osanz, 2011).

En cuanto a las enfermedades humanas causadas por consumo de pescado parasitado por helmintos representan hoy en día uno de los mayores problemas sanitarios, ya que algunos de estos parásitos son altamente patógenos (WHO, 2004), además representan un problema médico mundial.

El primer caso de anisakiasis humana fue publicado en 1960 y desde entonces se han registrado numerosos casos en todo el mundo, habiéndose observado en los últimos años un aumento de la prevalencia de este proceso debido a los avances en los métodos de diagnóstico (Pereira, 1992).

España, donde diversos estudios del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) han documentado el incremento en la incidencia de estas enfermedades debido también a factores como una mayor

infestación de estos parásitos en el pescado capturado y un mejor diagnóstico de las enfermedades ocasionadas (CECOPESCA, 2012).

1.1 Objetivo

Generar una propuesta objetiva de identificación rápida de anisakis para la central de distribución de pescado en la cadena de supermercados SUPSA.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Pesca de captura y acuicultura

Según FAO (2016) en su publicación “El estado mundial de la pesca y la acuicultura” muestra la producción total mundial de la pesca y la acuicultura en el período 2009-2014 (Cuadro 1), donde se evidencia un incremento paulatino, lo que deja entre ver que la población mundial con el pasar de los años incrementa el consumo de pescado, lo que conlleva año tras año un incremento del riesgo de patologías generadas por anisakis.

Cuadro 1. Producción de la pesca y la acuicultura en el mundo.

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA EN EL MUNDO						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>(Millones de toneladas)</i>						
PRODUCCIÓN						
Pesca de captura						
Continental	10,5	11,3	11,1	11,6	11,7	11,9
Marina	79,7	77,9	82,6	79,7	81,0	81,5
Total de capturas	90,2	89,1	93,7	91,3	92,7	93,4
Acuicultura						
Continental	34,3	36,9	38,6	42,0	44,8	47,1
Marina	21,4	22,1	23,2	24,4	25,5	26,7
Total acuicultura	55,7	59,0	61,8	66,5	70,3	73,8
TOTAL	145,9	148,1	155,5	157,8	162,9	167,2
UTILIZACIÓN¹						
Consumo humano	123,8	128,1	130,8	136,9	141,5	146,3
Usos no alimentarios	22,0	20,0	24,7	20,9	21,4	20,9
Población (miles de millones)	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3
Suministro de pescado <i>per capita</i> (kg)	18,1	18,5	18,6	19,3	19,7	20,1

Nota: No se contabilizan las plantas acuáticas. Es posible que los totales no sean exactos debido al redondeo.
¹ Los datos de esta sección para 2014 son estimaciones provisionales.

Fuente: FAO, 2016.

La proliferación de la pesca extractiva en todos los caladeros, con la consiguiente eliminación al mar de las vísceras y otros restos de peces y cefalópodos (invertebrados marinos) incrementa la prevalencia de anisakis en las especies que permanecen en el mar, por ello parece oportuno que las autoridades competentes promuevan la aplicación de tratamientos tecnológicos (calentamiento, congelación, etc.) que aplicados al material de desecho de modo previo a su vertido al mar, garanticen la inactivación de las larvas de anisakis (AESAN, 2009), puesto que la probabilidad de que un mamífero marino (hospedador definitivo) ingiera un pez o invertebrado portador

de larvas se acrecienta enormemente y por tanto, se acelera la dispersión y expansión, geográfica y poblacional del parásito (Pascual *et al.*, 2008).

AESAN ha planteado la posibilidad de que se establezca a nivel de la Unión Europea la obligación de no eliminar al mar, desde los buques, el material derivado de la evisceración a bordo de pescado, lo que incluye los pescados con signos de enfermedad y parasitados, el objetivo de esta propuesta en relación con la zoonosis causada por anisakis es evitar el mantenimiento del ciclo biológico del parásito y reforzar la lucha contra la anisakiasis del pescado (AESAN. 2009).

Y esto es más cierto en un país como España, donde el pescado y el marisco forman parte de la cultura gastronómica, tanto en el Mediterráneo, como en la costa Atlántica o en Canarias (WWF, 2016). En España consumen grandes cantidades de pescado (78,2 g/persona y día) (Rodero *et al.*, 2000), en algunas Comunidades Autónomas la acuicultura desempeña un papel muy significativo en el desarrollo social y económico de determinadas zonas costeras y fluviales, además de la preservación de la cultura marítima y pesquera de estas mismas zonas (APROMAR, 2012).

Las larvas del parásito anisakis están presentes en aproximadamente un tercio (36 %) del pescado muestreado en las lonjas de los puertos españoles, la frecuencia es mayor en los productos procedentes del Cantábrico (50 % de los casos), y océano Atlántico (36 %), y es sustancialmente menor en el Mediterráneo (6 %), la mayoría de los casos de enfermedad que se conocen en España tienen su origen en la ingesta de boquerones aliñados con vinagre y aceite, en menor medida, en el de sardinas aderezadas con limón, y en otros pescados insuficientemente cocinados. El arenque, la sardina, el boquerón, el bacalao, el salmón, la merluza (Anexo 4), el abadejo, el rape (Anexo 5), el bonito, la caballa, el rodaballo, la bacaladilla (Anexo 3), el besugo, la gallineta, la brótola y el calamar representan los casos de parasitación más frecuentes (AECOSAN, 2005).

La producción de alimentos acuáticos ha dejado de basarse principalmente en la captura de peces salvajes para comprender la cría de un número creciente de especies cultivadas (FAO, 2016), la acuicultura juega un importante papel en los esfuerzos por eliminar el hambre y la malnutrición en el mundo al proveer alimentos ricos en proteínas, aceites, vitaminas y minerales; España es el Estado Miembro de la UE con una mayor producción en acuicultura medida en toneladas, con 266.479 t en 2009 (20,9 % del total de la UE), seguido por Francia con 234.008 t (18,3 %) y el Reino Unido con 179.093 t (14,0 %). Sin embargo, cuando se considera el valor de la producción, Francia es el principal Estado Miembro productor con 767 millones de euros (22,2 % del valor total), seguido por Italia con 529 millones de euros (15,3 %) y el Reino Unido

con 527 millones (15,3 %), el valor en España en 2009 fue de 413 millones de euros (APROMAR, 2012).

Se considera además que en los peces cultivados con pienso seco apenas existe riesgo de parasitación con anisakis debido a las condiciones controladas de cultivo, se recomienda evitar la presencia de mamíferos marinos y aves ictiófagas (animal que se alimenta de peces), impedir que peces o crustáceos entren en las jaulas así como la alimentación con pescado o subproductos de pescado que tengan larvas vivas, no existen en la actualidad estudios que determinen si existe riesgo de alergia transmitida a través de los piensos (Tejada, 2011).

2.2 Agente etiológico

Anisakis simplex es un parásito del pescado que causa infestación gastrointestinal en el hombre tras la ingesta de pescado parasitado crudo o poco cocinado (anisakiasis o anisakidosis) (Buendía *et al.*, 2001), prácticamente todos los pescados y cefalópodos que consumimos habitualmente pueden tener la larva de anisakis los cuales producen ablandamiento e incluso licuefacción del músculo por la alta tasa de proteasas que liberan (Tejada, 2011).

Los niveles de prevalencia de los anisakis, así como los grados de parasitación son muy variables y dependen de diversos factores entre los que se encuentran la especie de hospedador, zona geográfica, época del año y características individuales de cada ejemplar considerado (si se trata de un individuo adulto, si presenta otras enfermedades, si padece inmunodeficiencias, entre otras) (CECOPESCA, 2012).

Algunos estudios en España encuentran un porcentaje de parasitación superior al 80 % en pescados de importancia comercial como la merluza (Anexo 4) o la bacaladilla (Anexo 3) (SEaic, 2010).

Hoy en día se sabe que la mayoría de las especies de consumo que llegan a las lonjas pueden estar parasitadas por anisákidos, fundamentalmente por *Anisakis* sp., se considera que actualmente la mayoría de las especies de consumo están parasitadas, con una prevalencia y tasa de infestación que depende de la especie y del caladero (Tejada, 2011).

2.2.1 Morfología

Anisakis simplex es un gusano nematodo, de color blanquecino y consistencia elástica que tiene una longitud variable, entre 15 y 30 mm y un grosor que oscila entre los 0.25

y 0.50 mm, está recubierto de una cutícula que presenta estriaciones transversales y presenta en su interior una musculatura longitudinal, tiene una cavidad simple con un tubo digestivo cilíndrico que termina en un orificio anal situado en la región ventral (Fernández, 1999), en su estado adulto poseen labios, boca, diente perforador y orificio excretor, distalmente presentan una cola con estriaciones cuticulares finas, evolucionan desde un estadio de huevo embrionado, pasando por un estadio larval que sufre tres mudas (Rodríguez, 2001).

El tercer estadio larval (Figura 1) es el que infecta accidentalmente al hombre, las larvas del género *Anisakis* y *Pseudoterranova* son las implicadas con más frecuencia, las larvas de *Anisakis simplex* y las larvas de *Pseudoterranova dicipiens* son las formas más comunes en humanos (Rodríguez, 2001).



Fuente: SEAIC, 2010.

Figura 1. Morfología de *Anisakis simplex*.

2.2.2 Clasificación taxonómica

La taxonomía del género *Anisakis* es compleja, se reconocen 4 especies *Anisakis simplex*, *Anisakis physeris*, *Anisakis típica* y *Anisakis schupakovi*, todas sus especies son habitualmente parásitos del estómago de mamíferos marinos (López *et al.*, 2000).

Filo:	Nemathelminthos
Clase:	Nematoda
Subclase:	Secernentea
Orden:	Ascaridida
Familia:	Anisakidae

Fuente: CECOPESCA, 2012.

2.2.3 Ciclo de vida

El ciclo biológico de la familia Anisakidae está constituido por un estadio de huevo, cuatro fases larvares y adulto con sexos separados, las fases adultas se localizan en el estómago de mamíferos marinos y/o aves ictiófagas (Figura 2) (Tejada, 2011).

Los huevos que se eliminan con las heces de los mamíferos marinos desarrollan la primera y segunda etapas larvares dentro de la protección del huevo, y después en el mar liberan la segunda etapa, estas son digeridas por crustáceos del género *Euphausia* y *Thysanoessa* (géneros de crustáceos), en donde se forma la tercera etapa larvaria infecciosa para el calamar, macarela, arenque, bacalao, salmón, y otros peces marinos (Rodríguez, 2001), pueden tener varios pasos de un pez o cefalópodo a otro, pero no completan el ciclo hasta llegar al estómago de un mamífero marino, allí se adhieren a la pared gástrica y evolucionan al cuarto estadio larvario, pasando después al estado adulto, con lo que se cierra el ciclo (López *et al.*, 2000).

El hombre es un huésped accidental que adquiere las larvas al ingerir pescado crudo o poco cocinado (Gómez *et al.*, 2003) dichas larvas se encuentran en su tercer estadio larvario, estos parásitos, se encuentran pues con frecuencia en los intestinos y vísceras de numerosas especies de peces (sobre todo en el hígado) y permanecen vivos cuando el pez muere (Fernández, 1999). Se reconocen 25 especies de cetáceos y 12 de pinnípedos (mamíferos acuáticos) como huéspedes finales, los humanos se consideran hospedadores accidentales ya que no son necesarios para completar el desarrollo de las larvas (Tejada, 2011), las cuales no consiguen desarrollarse en el hombre, no alcanzan su madurez sexual, por lo que no se desarrolla el adulto y, finalmente, mueren (CECOPESCA, 2012).

El tercer estadio larvario puede sobrevivir en el agua hasta 14 semanas a una temperatura de 4-10 °C y no más de una semana a 24 °C. (AESAN, 2009). La

abundancia de mamíferos marinos en los caladeros incrementa la posibilidad de infestación (Tejada, 2011).



Fuente: SEAIC, 2010.

Figura 2. Ciclo de vida de *Anisakis simplex*.

2.3 Patogenia y fisiopatología

Los peces, tanto marinos como continentales, pueden ser infestados por distintas especies de parásitos que tienen importancia desde el punto de vista económico y sanitario; los parásitos pueden dar lugar a enfermedades o malformaciones en los peces, que producen alteraciones histopatológicas, inflamaciones del músculo, piel, aletas, despigmentaciones de la piel, malformaciones de sus órganos internos, etc., incluso con la aparición de zonas necróticas que ocasionan su muerte o la disminución de valor económico (APROMAR, 2012).

Se han descrito numerosos parásitos que pueden estar presentes en el pescado de consumo habitual, la mayoría no producen efecto sobre los humanos, aunque deterioran la apariencia del pescado, devaluando su valor (CECOPESCA, 2012).

Durante la infestación con *Anisakis* se generan ciertos cambios patológicos en el tracto gastrointestinal humano, que son el resultado combinado de la acción traumática directa causada por la larva durante la invasión tisular y de la interacción compleja

entre el sistema inmunitario humano y el conjunto de sustancias liberadas o contenidas en el parásito (ADEPESCA, 2016).

La anisakiasis constituye un problema de salud pública dado el aumento que ha experimentado la prevalencia en los últimos años en todo el mundo, debido, por un lado, a una mayor incidencia en el pescado capturado y, por otro lado, a la adquisición de nuevos hábitos gastronómicos basados en el consumo de pescado crudo o insuficientemente cocinado (AESAN, 2009).

2.3.1 Infección

La anisakiasis o anisakidosis es la infección causada por las larvas de estos parásitos y afecta al ser humano cuando éste consume determinados tipos de productos procedentes del mar y de la acuicultura infestada (CECOPESCA, 2012), especialmente cuando los consume crudos o con tratamientos culinarios suaves que no producen la muerte de las larvas, causando las zoonosis parasitaria (Tejada, 2011), las manifestaciones clínicas dependen del lugar del tracto digestivo en que la larva se deposite, los síntomas se desarrollan como resultado de un proceso inflamatorio que se produce en la mucosa de la pared gástrica cuando penetra en ella la larva (Valls, 2003).

2.3.2 Anisakiasis gástrica

Esta infección gastrointestinal consiste en una reacción inflamatoria de la pared del tracto digestivo causando, entre otros, dolores abdominales, náuseas, vómitos y diarrea (CECOPESCA, 2012). Se reportan también casos raros de invasión de otros órganos como pulmón, hígado, bazo, páncreas, etc., (Gómez *et al.*, 2003), la mayor parte de las veces es mal diagnosticada como apendicitis, tumor gástrico o cáncer, ileítis, cáncer de páncreas, peritonitis o enfermedad de Crohn (Rodero *et al.*, 2000).

2.3.3 Anisakiasis gastroalérgica

Este parásito ha sido identificado, también, como una importante causa de reacciones alérgicas, mediadas por inmunoglobulina E, ocasiona desde urticaria hasta shock anafiláctico, se ha comprobado que la importancia de *Anisakis simplex* es similar a la de otros alérgenos alimentarios bien conocidos como frutas, frutos secos, pescados o mariscos (Buendía *et al.*, 2001), reacción que ocurre fundamentalmente por productos de secreción, excreción o a proteínas somáticas de las larvas (Audicana y Kennedy, 2008) (EFSA, 2010), estudios determinan que un medio ácido diluido las larvas de

anisakis inducía la secreción de un gran número de proteínas al medio, entre ellas varios alérgenos (Moneo, 2002).

Algunos autores mencionan casos de pacientes sensibilizados que muestran sintomatología clínica después de consumir pescado parasitado correctamente cocinado, congelado e incluso en conservas enlatadas donde las larvas están evidentemente muertas (Audicana *et al.*, 2002) (Moneo *et al.*, 2005), lo que evidencia que las proteínas alergénicas de *Anisakis simplex* son termoestables (Fernández, 1999).

La extracción y posterior detección de algunos alérgenos en alimentos puede ser complicada ya que suelen estar en concentraciones traza y en matrices complejas, además cuando se trata de alimentos ya elaborados, conservados o cocinados, la extracción y detección de los alérgenos puede verse alterada por el procesamiento del alimento (Rodríguez *et al.*, 2006).

La globalización del comercio internacional de productos de la pesca y de la acuicultura ha supuesto la creciente incorporación a nuevos mercados de pescado procedente de diversas localizaciones (CECOPESCA, 2012) lo que, pese a comercializarse congelado lo cual conlleva la muerte del parásito, sin embargo, el alimento podría contener aun trazas de agentes alérgenos.

En la actualidad el consumo de pescado crudo se ha extendido a otros países debido al incremento del turismo con acceso a formas de consumo típicas de determinadas regiones y a un incremento del comercio internacional, que han permitido además el acceso a nuevas especies y a pescados de áreas de pesca distintas a las habituales, cuyas características beneficiosas y perjudiciales son generalmente conocidas por los consumidores de la zona (Tejada, 2011).

2.3.4 Eliminación

Para la eliminación de las larvas en el aparato digestivo se aconseja la localización y extracción de la larva por gastroscopia (Tejada, 2011) el cual es el mejor tratamiento para tratar el dolor severo (FDA, 2012) (ADEPESCA, 2016).

2.3.5 Diagnostico

Aunque el diagnóstico de la enfermedad es difícil y sólo da certeza la visualización de las larvas por endoscopia, el antecedente dietético, el cuadro clínico y los exámenes alergológicos son importantes claves para diagnosticar la enfermedad, si la endoscopia se lleva a cabo en las primeras horas del inicio de los síntomas, se puede observar la

larva viva penetrando en la mucosa, lo que confirma el diagnóstico y se realizaría el tratamiento precoz mediante su extracción, cuando se trata de infestación masiva o afecta a zonas de difícil acceso en estómago o intestino, es necesario recurrir a laparotomía (Intervención quirúrgica que consiste en abrir las paredes abdominales) con resección de la zona dañada (ELIKA, 2005).

2.3.6 Especies descritas como parasitadas

Se considera que actualmente la mayoría de las especies de consumo de captura extractiva están parasitadas, con una prevalencia y tasa de infestación que depende de la especie y el caladero, existen informes publicados en los que se ha comprobado que más de 160 especies de peces y cefalópodos están infestadas con larvas de anisákidos sobre todo por *Anisakis simplex* (APROMAR, 2012).

En un estudio llevado a cabo en aguas de Galicia, que analiza la presencia del parásito en más de 2.600 ejemplares de peces y cefalópodos de 35 especies diferentes, se observó que los grandes peces carnívoros y los cefalópodos acumulan enormes cifras de larvas, siendo éstas las especies con mayor tasa de prevalencia, intensidad media y abundancia de infestación por anisakis (Abollo *et al.*, 2001).

Las especies descritas como parasitadas son muchas, incluyendo bacalao, sardina, boquerón, bacaladilla (Anexo 3), arenque, salmón, abadejo, merluza (Anexo 4), pescadilla, caballa, bonito y jurel, y entre los cefalópodos el más parasitado es el calamar (López *et al.*, 2000) (CECOPESCA, 2012).

2.4 Métodos de detección e identificación

Existe una preocupación creciente causada por la presencia de larvas de anisakis en el pescado debido a que son una fuente importante de riesgo sanitario y un factor negativo en cuanto al aspecto comercial de los productos de la pesca, por este motivo tanto la industria alimentaria como ciertos grupos de investigación han dirigido sus esfuerzos hacia el estudio de métodos de detección y control que reduzcan o eliminen totalmente la presencia de larvas viables de anisakis en el pescado o en sus derivados antes de su comercialización, para ello desarrollan procedimientos que permitan detectar las larvas en la pieza de pescado ya sea para eliminarlas o para controlar su presencia retirando lotes muy contaminados. Actualmente se pueden utilizar varios métodos para determinar la infestación con larvas de anisakis en el músculo o en las vísceras del pescado, aunque la mayoría de ellos exigen deteriorar la pieza en su totalidad, hoy en día se tiende a desarrollar y perfeccionar los sistemas de detección automática, son métodos que utilizan una fuente de energía que incide sobre la

muestra y, a través de un detector y una imagen, muestra los parásitos que infestan el pescado, no obstante, hoy por hoy escasea este tipo de métodos para la detección de larvas de anisakis (ADEPESCA, 2016).

Es así que los métodos utilizados tradicionalmente para la detección de las larvas en el pescado en la industria han sido la inspección visual y la transiluminación, los métodos empleados en la industria deben ser no destructivos, eficaces y que puedan ser automatizados para que se puedan aplicar a las líneas de producción (CECOPESCA, 2012).

En los últimos años se han desarrollado métodos de diagnóstico más precisos en personas, por lo que han incrementado los casos documentados de estas parasitosis (Tejada, 2011).

2.4.1 Inspección visual

El control implica una inspección visual externa e interna (Figura 3), la inspección visual externa consiste en la observación directa de la piel, la cabeza y las branquias; la interna consiste en la observación de la cavidad abdominal, del músculo y de las vísceras (MAPAMA, 2012) se emplea sobre todo en filetes o en pescados de un tamaño que permite su observación, ya que, en piezas grandes, pigmentadas o con piel, la inspección visual da lugar a muchos errores (Tejada, 2011). A pesar de ser un método muy sencillo y de no requerir de personal especializado para su realización, no es un método muy fiable ya que no es muy eficaz y no distingue entre parásitos vivos y muertos (MAPAMA, 2012).



Fuente: FAO, 2013.

Figura 3. Corte e inspección visual en filetes de pescado.

En la mayoría de las especies las localizaciones más frecuentes de las larvas en el pez vivo son en el tracto digestivo, cavidad abdominal y vísceras tales como hígado y gónadas, aunque también puede estar parasitado el músculo (APROMAR, 2012).

En estudios efectuados en especies capturadas en el Atlántico norte, entre el 90 % y el 98 % de las larvas se localizaban en la cavidad abdominal y vísceras y el resto en la musculatura, sobre todo en la musculatura ventral (Karl, 2008), sin embargo, en algunas especies de salmón del Pacífico se detecta más abundancia en anisakis en la musculatura (87 %), con localización preferente en la musculatura abdominal (Deardorff y Kent, 1989) en peces capturados en el Adriático, se ha estimado que la localización preferente en las vísceras es el hígado en merluza, el intestino en caballa y anchoa y las gónadas en jurel (Mladineo, 2003) en bacaladilla (Anexo 3) la víscera con mayor tasa de infestación es el hígado, disminuyendo el porcentaje de larvas con el tamaño del pez, en caballa y arenque se ha estimado que la zona más infestada es la zona pilórica, en donde se encuentran entre el 57 % y el 81 % de todas las larvas (Levsen y Midthun, 2007). Los peces que contienen parásitos en su carne también pueden contener parásitos dentro de sus sacos de huevo (madejas), pero generalmente no dentro de los huevos del mismo, por esta razón, los huevos que han sido retirados del saco y enjuagados no es probable que contengan parásitos.

Se considera que la ingesta de pescado de acuicultura es más segura debido a que se cría en un entorno en el que entre otras cosas, la alimentación, principal vía de parasitación en los peces, está controlada, sin embargo, se han encontrado en algunos casos aislados anisakis, tanto en vísceras como en músculo, en las especies cultivadas, las vías de transmisión pueden ser por la presencia en el medio marino de hospedadores intermediarios (crustáceos anfípodos) o a través de la alimentación de los peces cultivados con productos parasitados (Rückert *et al.*, 2008), se considera que en los peces cultivados con pienso seco apenas existe riesgo de parasitación con anisakis debido a las condiciones controladas de cultivo.

Según algunos estudios mediante este método solamente se consiguen detectar el 15-83 % de las larvas ubicadas en el músculo de algunos tipos de pescado, no es aconsejable para examinar piezas de pescado de gran tamaño, como la merluza (ADEPESCA, 2016).

Ventajas

- Es un método muy sencillo.
- No requiere equipos especiales ni personal especializado.

Inconvenientes

- Este método es poco eficaz.
- No distinguen entre parásitos vivos y muertos.
- No es adecuado para detectar las larvas presentes en grandes piezas de pescado.

(ADEPESCA, 2016).

2.4.1.1 Microscopia

Técnica llevada a cabo con antecedentes de tratamiento reciente, que hace necesaria la repetición de los exámenes para aumentar la sensibilidad de la detección (MAPAMA, 2012).

Ventajas

- Distingue entre parásitos vivos y muertos.
- Es un método muy eficaz.

Inconvenientes

- No es adecuado para detectar las larvas presentes en grandes piezas de pescado.
- No es un método apto para una central de distribución.

2.4.2 Transiluminación (*candling*)

Examen a contraluz es la acción de pasar los filetes de pescado sobre una mesa translúcida iluminada desde abajo, a fin de detectar parásitos y otros defectos (OMS, FAO, 2012). Esta es una técnica rápida y de bajo costo ya que no requiere ni maquinaria ni personal especializado, pero se ha demostrado que es una técnica con baja eficacia y subjetiva ya que la detección siempre estará condicionada por parámetros propios de la muestra como el grosor del filete, la presencia o ausencia de piel, el contenido en aceite y sobre todo la experiencia del operador (MAPAMA, 2012), es un método no destructivo, además no discriminan entre larvas vivas y muertas (Tejada, 2011).

Se emplea en la industria procesadora para detectar larvas que pueden estar localizadas en el interior del músculo hasta una profundidad de 5-6 mm, el método es

manual y aunque se considera que se pueden observar 300 filetes por hora, en general es inferior debido a la fatiga que se produce en los operarios (Wootten y Cann, 2001).

La manera más simple de llevar a cabo este método es utilizar una caja de vidrio esmerilado o de plexiglás de unos 50 centímetros cuadrados y unos 6 milímetros de espesor, la parte interior ha de estar provista de dos tubos fluorescentes que proporcionen luz blanca (Figura 4), se debe tener en cuenta que el sistema eléctrico debe estar preparado para soportar condiciones de alta humedad, debe estar ventilado y ser resistente a salpicaduras, el modo de utilización consiste en fijar el filete de pescado sobre la caja, que estará iluminada, las larvas se presentan como sombras oscuras en la carne y se pueden extraer con unas pinzas o cuchillas (FAO, 2006).

Para realizar este proceso es necesario:

- Las muestras, desprovistas de la piel, se han de cortar en láminas de 30 milímetros de grosor como máximo.
- Si el pescado está congelado se debe descongelar para utilizar esta técnica.
- Como los parásitos se muestran opacos, este método es muy recomendable para pescados con musculatura blanquecina.



Fuente: ADEPESCA, 2016.

Figura 4. Transiluminación para detectar larvas de anisakis.

Ventajas:

- Es un método relativamente rápido.
- Generalmente no es un método destructivo.
- No requiere equipos costosos ni personal especializado.

Inconvenientes:

- Es difícil de automatizar.
- Es una técnica que no se puede aplicar sobre una pieza entera de pescado.
- Este método tiene baja eficacia.
- Los operarios no pueden trabajar varias horas seguidas.
- No distingue entre parásitos vivos y muertos.
- No es adecuado para pescado con carne pigmentada.

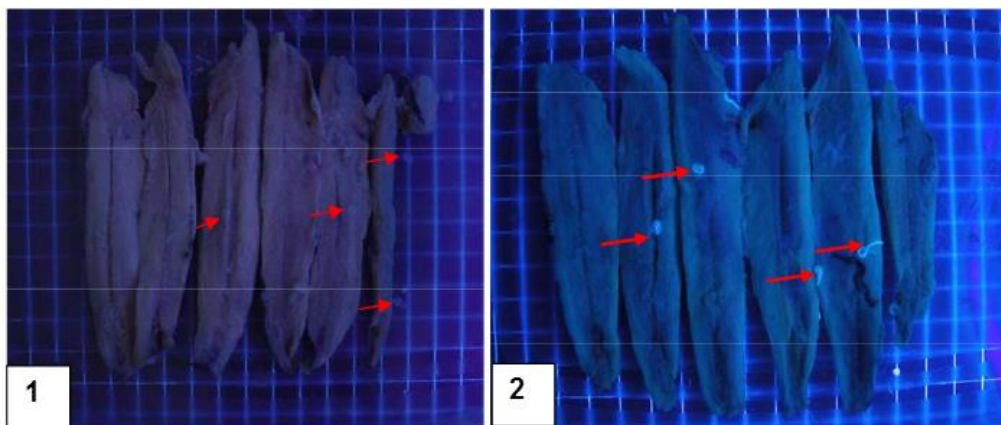
(ADEPESCA, 2016).

2.4.3 Detección por luz ultravioleta

Este método utiliza luz ultravioleta a una longitud de onda de 366 nm, para llevarlo a cabo es necesario que el operario este provisto de una pantalla facial de protección o de unas gafas de seguridad, es imprescindible ejecutarlo en una habitación oscura, el procedimiento consiste en hacer incidir luz ultravioleta a unos diez centímetros de distancia sobre la superficie del filete de pescado (por ambos lados), mediante este método se pueden distinguir las larvas de anisakis que se muestran de un color fluorescente azulado, las espinas y tejido conectivo también se muestran azulados, pero se puede distinguir de los parásitos dada su rigidez y su distribución uniforme (ADEPESCA, 2016) a partir de un determinado espesor no se detectan las larvas que están situadas en el interior de los filetes (Tejada, 2011).

Cuando las larvas se someten a un proceso de congelación, la emisión de fluorescencia es intensa mientras que las larvas vivas en general no emiten fluorescencia (Figura 5) a no ser que hayan sufrido tratamientos que puedan generar estrés, e incluso puede perderse la fluorescencia inicial cuando se someten las larvas o el pescado parasitado a tratamientos posteriores (Tejada *et al.*, 2006).

La muerte de la larva no coincide en muchos casos con la emisión de fluorescencia por lo que se considera que no es un método apropiado para discriminar entre larvas vivas y muertas (Rodríguez Mahillo *et al.*, 2008) (Solas *et al.*, 2009).



Fuente: Tejada, 2011.

Figura 5. Larvas de anisakis observadas con luz ultravioleta (366 nm), antes (1) y después de congelar (2).

Ventajas

- Es adecuado para visualizar y extraer los nematodos del pescado con carne pigmentada.
- Es un método relativamente rápido.
- Generalmente no es un método destructivo.

Inconvenientes

- Es muy difícil una automatización.
- Es una técnica que no se puede aplicar sobre una pieza entera de pescado.
- No distingue entre parásitos vivos y muertos, no obstante, según algunos autores los parásitos vivos no brillan.
- Para una mayor eficacia requiere que se congele y descongele la muestra.

(ADEPESCA, 2016)

2.4.4 Método de presión y fluorescencia

Este método elimina el problema del grosor de las piezas a evaluar cuando la emisión de fluorescencia se utiliza para detectar nematodos, en este método los filetes a examinar con luz ultravioleta se someten a una presión previa con el fin de conseguir un espesor de 1-2 mm, para ello los filetes dorsales y ventrales sin piel, se introducen individualmente en bolsas de plástico transparente, se prensan con una prensa hidráulica, se congelan a una temperatura $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un período igual o superior

a 12 horas y posteriormente se someten a inspección visual bajo una fuente de luz UV a 366 nm (Karl y Leinemann, 1993) (Figura 6), el método es también aplicable a las vísceras (Tejada, 2011).



Fuente: ADEPESCA, 2016.

Figura 6. Preparación de prensado de filetes para la observación con luz ultravioleta.

Este método permite además de determinar el número de larvas, conocer la localización en el filete y se usa para cuantificación sistemática de larvas de nematodos en casos específicos (Levsen y Lunestad, 2010) tiene el inconveniente de que es destructivo y que al hacerse sobre producto congelado no discrimina entre larvas vivas y muertas, ya que se prevé que las larvas estén muertas en las condiciones de trabajo (Tejada, 2011).

Ventajas

- Es adecuado para visualizar y extraer los nematodos del pescado con carne pigmentada.

Inconvenientes

- Es un método laborioso.
- Es muy difícil una automatización.

- Es un método destructivo.
- No distingue entre parásitos vivos y muertos.

(ADEPESCA, 2016)

2.4.5 Digestión con pepsina en medio ácido

Se utiliza para separar las larvas del tejido muscular o vísceras en el que se encuentran alojadas, para ello se trata el tejido parasitado con pepsina en medio ácido hasta producir la digestión del tejido, quedando liberadas las larvas (Codex Alimentarius, 2004) (EFSA, 2010), la cutícula intacta de las larvas es estable en estas condiciones y el método permite distinguir entre larvas vivas y muertas, para ello es importante que la concentración de ácido clorhídrico, la pepsina y la temperatura de la mezcla de digestión sean correctas; es complicado y minucioso cuando se trata de especies de pescado grandes y se requiere recuperar la totalidad de las larvas (ADEPESCA, 2016).

Lo que se busca es reproducir las condiciones físico-químicas del estómago de los mamíferos para recuperar la mayoría de las larvas existentes en el pescado mediante una digestión de la musculatura que lo rodea (ADEPESCA, 2016) el método es destructivo y se necesita tiempo hasta digerir el tejido, que varía según la especie de pescado que se trate (Solas *et al.*, 2009).

Básicamente el método consiste en tomar una muestra de pescado, sumergirla en una disolución con pepsina y ácido clorhídrico a pH 2 e incubarla a unos 37 °C con agitación suave (100 rpm) aproximadamente 24 horas o hasta que la digestión alcance un nivel aceptable, después la muestra se pasa por una malla y se observan los restos que quedan retenidos (larvas del parásito), para comprobar la viabilidad de las larvas se deben trasladar con cuidado a placas de Petri que contengan una nueva disolución de pepsina, las placas se colocan en una cubeta de examen al trasluz a menos de 37 °C, los anisakis viables muestran movimientos o reacciones espontáneas cuando son punzados suavemente con agujas de disección, no obstante, una simple relajación de los nematodos (que ocurre a veces) no es señal de viabilidad, los nematodos deben mostrar un movimiento espontáneo (Codex Alimentarius, 2006).

Ventajas:

- Distingue entre parásitos vivos y muertos.
- Es una técnica muy eficaz.

Inconvenientes:

- Es inadecuada para aplicarse en inspecciones industriales a gran escala.
- Es una técnica destructiva.
- Es una técnica tediosa y cara.
- Solamente se recomienda para el examen de un pequeño número de especímenes y para búsquedas precisas.

(ADEPESCA, 2016).

2.4.6 Espectroscopía de imagen

Se basa en el espectro de la imagen del nematodo, cuantificando el contraste, este varía en función de la longitud de onda aplicada y se correlaciona con las propiedades de absorción de la larva, se han identificado componentes de la larva que absorben la luz en la región de 400 a 600 nm (Stormo *et al.*, 2004).

Su aplicación preferente es filetes sin piel y detecta las larvas hasta una profundidad de 8-9 mm, (Heia *et al.*, 2007) discrimina entre las larvas y otros objetos tales como espinas, escamas, trozos de peritoneo, zonas hemorrágicas en los filetes, etc., su precisión depende del nivel de contraste y puede obtenerse información espacial además de la información del espectro (Stormo *et al.*, 2007), no es destructivo, no necesita contacto con el producto y se puede aplicar para trabajar en la línea de producción en tiempo real y tomar decisiones rápidas sobre el procesado posterior en función de la zona infestada (Tejada, 2011).

Ventajas:

- Es adecuada para aplicarse en inspecciones industriales a gran escala.
- No es un método destructivo.

Inconvenientes:

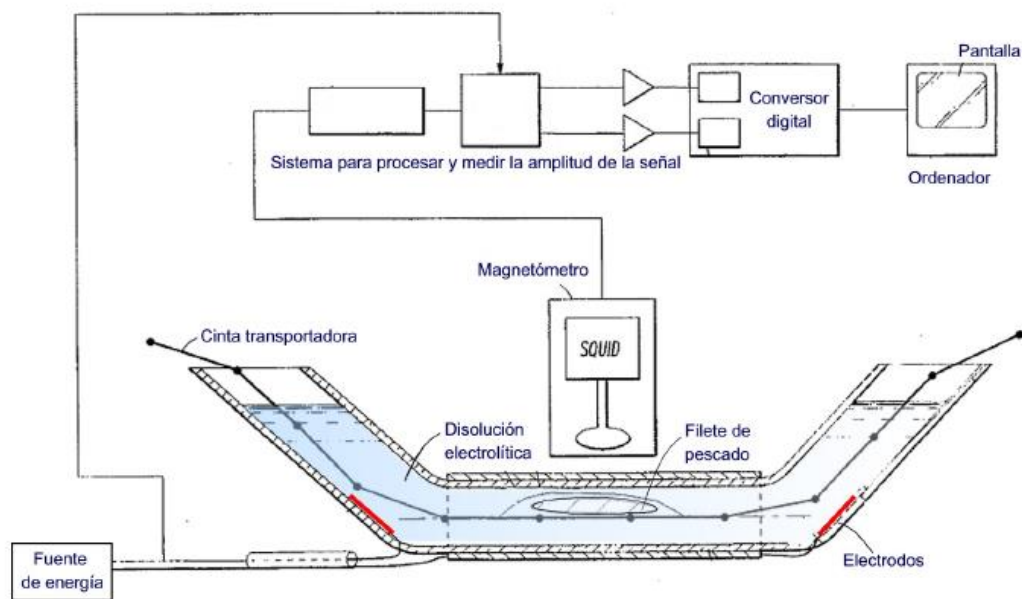
- Es una técnica cara.
- No distingue entre parásitos vivos y muertos
- Requiere equipos especiales y personal especializado.

2.4.7 Detección electromagnética

El método se basa en la diferencia de conductividad de las larvas y del músculo del pescado, se utiliza un magnetómetro SQUID (Superconducting Quantum Interference Device magnetometer) (Choudhury *et al.*, 2002).

Este método de detección se basa en la diferencia que existe entre la conductividad del músculo del pescado y los nematodos que lo parasitan (Figura 7), por ejemplo, la conductividad del músculo de bacalao es al menos 2000 veces mayor que la del anisakis, esta diferencia de conductividad indica que las propiedades eléctricas del músculo y del nematodo se pueden utilizar para detectar los parásitos.

Se han publicado dos patentes en las que se escribe este método: WO93/14400 y WO5289123 en la segunda se ha desarrollado un método que podría utilizarse como un sistema comercial automatizado (ADEPESCA, 2016).



Fuente: ADEPESCA, 2016.

Figura 7. Sistema electromagnético de detección de anisakis.

El método consiste en sumergir los filetes de pescado en una disolución electrolítica de conductividad eléctrica similar a la del pescado, después se hace pasar una corriente eléctrica a través de la disolución y del pescado que genera un campo magnético continuo, el pescado, siempre sumergido, se sujeta con una malla de nylon y se

conduce a través de una cinta transportadora, en la parte superior de la cinta se colocan unos magnetómetros para medir el campo magnético.

Cuando el pescado está infestado por parásitos el magnetómetro detecta perturbaciones en el campo magnético y transfiere una señal que por medio de un sistema que la procesa, la amplifica y la almacena en formato digital se puede ver a través de la pantalla de un ordenador (ADEPESCA, 2016).

Ventajas:

- Es una técnica muy eficaz.
- Se puede automatizar y realizarla de forma continua y en línea.

Inconvenientes:

- No existen muchos estudios sobre esta técnica, por lo que dificulta su implementación.
- No se pueden inspeccionar piezas de pescado con la piel, a no ser que se introduzcan algunos parámetros que lo contemplen en el sistema.
- Requiere equipos especiales.

(ADEPESCA, 2016).

2.4.8 Técnicas genéticas

Desarrolladas por la ineficacia que presenta la técnica de simple vista, con el objetivo de dar solución a este problema se testaron otras muchas técnicas entre las que destacan métodos inmunológicos y técnicas moleculares basadas en el análisis del ADN, actualmente se están desarrollando continuamente métodos basados en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y en la hibridación in situ para la detección de patógenos de numerosas especies de peces, existen cada vez más trabajos que buscan dar una solución genética a la detección de estos parásitos (MAPAMA, 2012).

En los últimos años se han desarrollado diferentes técnicas genéticas para la identificación de anisakis y otros parásitos, sobre todo por reacción en cadena de la Polimerasa (PCR) utilizando distintas técnicas: PCR sequencing, Multiplex PCR, PCR-RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), ALF (Automated Laser Fluorescence DNA sequencer) entre muchas más (Tejada, 2011).

Ventajas:

- Determina con exactitud la especie del parásito.
- Se obtiene absoluta seguridad de la presencia del parásito.

Inconvenientes:

- Es una técnica laboriosa.
- Requiere equipos especiales y personal especializado.
- Técnica llevada a cabo en laboratorio y poco eficiente en una central de distribución.

2.4.9 Técnicas inmunológicas

Son pruebas basadas en las reacciones de los anticuerpos frente a diferentes antígenos del parásito presente, existen muchas técnicas inmunológicas aplicadas a la detección de parásitos pero entre ellas la más empleada es el ELISA (Enzyme Linked Inmuno Sorbent Assay) es un procedimiento de ensayo inmuno-enzimático, se basa en la detección de determinado antígeno empleando anticuerpos marcados con una enzima, de modo que al reaccionar la enzima se obtiene un producto coloreado, indicativo de la presencia del antígeno y puede ser medido espectro fotométricamente, las técnicas inmunológicas también presentan múltiples inconvenientes ya que son métodos muy laboriosos con tiempos de análisis muy largos, además, cabe la posibilidad de contaminación cruzada de antígenos de diferentes parásitos y no se pueden aplicar a productos altamente procesados (MAPAMA, 2012).

Ventajas:

- Existe una posible automatización.
- Se obtiene absoluta seguridad de la presencia del parásito.

Inconvenientes:

- Es una técnica laboriosa.
- Requiere equipos especiales y personal especializado.
- Técnica llevada a cabo en laboratorio y poco eficiente en una central de distribución.

2.4.10 Detección de alérgenos

Aunque se produzca la muerte de la larva por aplicación de distintos tratamientos que evitarían la infestación en humanos, las proteínas de la larva permanecen, por lo que no se evita que puedan producirse episodios de alergia en la población previamente sensibilizada a ciertos alérgenos de anisakis, debido a su gran resistencia en la mayoría de las condiciones especificadas para producir la muerte de las larvas (Moneo y Caballero, 2002) (Moneo *et al.*, 2005) (Audicana y Kennedy, 2008), los antígenos extraídos se detectan por IgG inmunoblot (técnica analítica usada en biología celular y molecular para identificar proteínas específicas en una mezcla compleja de proteínas) y se cuantifican por dot blot (técnica de biología molecular para detectar y cuantificar biomoléculas), las propiedades alérgicas de los extractos se evalúan por IgE inmunoblotting (Rodríguez Mahillo *et al.*, 2010), también se han detectado los antígenos de anisakis en pescado y productos de la pesca por inmunohistoquímica (se basa en la utilización de anticuerpos que se unen específicamente a una sustancia que se quiere identificar estos anticuerpos pueden tener unida una enzima) (Tejada *et al.*, 2007) (Solas *et al.*, 2009) lo que deja en evidencia que los procesos de detección de alérgenos se basan en técnicas de biología molecular.

El Hospital Carlos III de la Comunidad de Madrid, a través de su Servicio de Inmunología, ha identificado en varios estudios de investigación las proteínas responsables de la alergia a *Anisakis simplex* una vez identificadas dichas proteínas, los investigadores las han clonado y las han producido en su laboratorio mediante ingeniería genética, de esta forma se puede exponer el suero del paciente a dichas proteínas y determinar a cuáles es alérgico, lo que supone una mejora cualitativa del diagnóstico de esta alergia, la prueba se realiza con una simple analítica de sangre del paciente sobre la que se estudia la alergia mediante la aplicación de las novedades diagnósticas desarrolladas por el hospital, el paciente, gracias al proceso de seguimiento realizado por los inmunólogos, puede llegar a la negativización de la enfermedad y volver a comer pescado, siempre congelado (CECOPESCA, 2016).

El Comité Científico de la AESAN recomienda evitar el consumo de pescado crudo, poco procesado (salazonado, ahumado, en vinagre, escabechado, etc.) o cocinado de forma inadecuada en el microondas o a la plancha, y la ingesta de la ventresca (parte ventral) de los peces, para estos consumidores resulta más indicado el alimento congelado, las colas de pescado de tamaño grande y los productos de piscifactoría (AECOSAN, 2005).

2.5 Métodos de control

La anisakiasis humana es un problema de salud pública cuya incidencia está aumentando en los últimos años, siendo las medidas preventivas esenciales para controlar la enfermedad, así, las pautas para la reducción del riesgo deben abarcar toda la cadena alimentaria, desde las prácticas durante la captura y posterior manipulación, los tratamientos tecnológicos de los productos procesados, hasta las recomendaciones dirigidas al consumidor y a la restauración colectiva, como eslabones últimos de la cadena, en los que también se debe apoyar la prevención (AECOSAN, 2017).

Problema que se agrava ya que es prácticamente imposible eliminar estos parásitos de las poblaciones de peces no criadas mediante acuicultura, porque los factores ecológicos que determinan las infestaciones parasitarias escapan del control humano (Osanz, 2001).

Consideraciones en los sitios de pesca

Es preciso reducir al máximo el tiempo que transcurre entre la captura y la evisceración del pescado para impedir la migración de las larvas a la carne, conviene también eliminar la ventresca de las especies más frecuentemente infectadas, porque la mayor incidencia del anisakis se detecta en la musculatura hipoaxial de los peces (AECOSAN, 2005) la evisceración en alta mar evita en buena medida la contaminación del músculo con este nematodo, mejorando la conservación (AESAN, 2009), los propios operarios del barco podrán separar las capturas o porciones que contengan parásitos (MAPAMA, 2012).

También se debe buscar evitar arrojar al mar las vísceras de los pescados infectados, restringir (en la medida de lo posible) la captura de las especies o tallas que aparecen infectadas con mayor frecuencia (AECOSAN, 2005). Procurar evitar las capturas en caladeros muy contaminados con anisakis (Tejada, 2011).

Consideraciones en el puerto de desembarque

En este caso, tanto las autoridades portuarias, como el vendedor o el comprador podrán realizar una inspección visual directa, si el pescado llega fresco sin eviscerar o congelado, se observará la ausencia de parásitos externos, en el caso de que llegue fresco y eviscerado, se observará además la cavidad abdominal, si fueran halladas, se retirarán las capturas o piezas infectadas por parásitos (AECOSAN, 2005).

Consideraciones en la industria procesadora

Las directrices dadas a la industria procesadora de pescado se basan en la detección de las larvas por distintos métodos, con eliminación de las larvas visibles de la zona infestada, los problemas de la parasitación de filetes o zonas donde las larvas sean visibles difieren, ya que el perjuicio causado en función de la tasa de infestación y de la localización de las larvas puede ser muy distinto según el valor comercial de la zona parasitada, los mayores esfuerzos en esta industria se están haciendo en desarrollar métodos y aparatos para facilitar la detección de las larvas en la línea de producción (Tejada, 2011).

Consideraciones al consumidor

Desde el punto de vista del consumidor, al comprar los pescados y cefalópodos es conveniente tener en cuenta los criterios de frescura (ojos, agallas, consistencia y piel) para elegir los más recientes, y se recomienda adquirir los peces de tamaño mediano y grande previamente eviscerados, si no lo estuvieran, es preciso hacerlo inmediatamente (AECOSAN, 2005) el informe de EFSA (2010) considera que la aplicación de tratamientos de congelación y de calentamiento a anisakis durante un tiempo y temperatura determinados, son suficientes para producir la muerte de las larvas y evitar la parasitación de los consumidores.

Consideraciones de la autoridad

Los controles relacionados con el parásito anisakis se realizarán en todos los establecimientos que comercialicen productos de la pesca a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde los buques pesqueros y las lonjas pesqueras hasta su puesta a disposición en el mercado, así como en establecimientos que sirvan comida a los consumidores finales y/o a colectividades (AECOSAN, 2017).

2.5.1 Congelación

La efectividad de la congelación para matar a los parásitos depende de varios factores, como la temperatura del proceso de congelación, el tiempo necesario para congelar el tejido de los peces, la duración del tiempo en que el pescado se mantiene congelado, la especie y la fuente del pescado y el tipo de parásito presente (FAO, 2003).

Las condiciones recomendadas en Europa para producir la muerte de las larvas y evitar la infestación en pescados que se consumen crudos o con tratamientos que no producen la muerte de las larvas y que son obligatorias para los establecimientos que

sirven comida a los consumidores finales o a colectividades son una temperatura -20°C en el centro térmico durante un tiempo igual o superior a 24 horas (reglamentos CE nº 853/2004 y CE nº 854/2004; Real Decreto (RD) 1420/2006) (OMS, FAO, 2012) (AECOSAN, 2005).

Las condiciones difieren de las dadas por la US Food and Drug Administration de EE UU (FDA, 2011) que especifican que para producir la muerte de los parásitos los pescados o productos de la pesca tienen que congelarse y mantenerse a una temperatura igual o inferior a -20°C durante 7 días; congelarse a una temperatura de -35°C o inferior durante 15 horas, o congelar a una temperatura de -35°C o inferior hasta que se congele y almacenar a una temperatura de -20°C o inferior durante 24 horas, estas recomendaciones no tienen en cuenta la temperatura alcanzada en el centro térmico por lo que pueden ser insuficientes o excesivas en función de las características físico-químicas del pescado o piezas a congelar y representar un perjuicio económico para la industria suministradora.

Se recomienda congelar los pescados marinados y escabechados y pescados salados si la concentración de sal no alcanza un nivel del 9 % mantenido durante 6 semanas, este tratamiento es también obligatorio para procedimientos de cocinado en los que la temperatura en el interior de la pieza no sobrepasa los 60°C , como los productos ahumados en frío (AECOSAN, 2016).

Aunque se produzca la muerte de las larvas se ha comprobado por microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM), que la cutícula de la larva puede alterarse modificando su permeabilidad (Tejada *et al.*, 2006) esto puede originar la liberación al medio de alérgenos cuando las larvas congeladas se someten a tratamientos culinarios posteriores por lo que las larvas congeladas pueden dar lugar a la aparición de procesos alérgicos en individuos previamente sensibilizados (Rodríguez y Mahillo *et al.*, 2008) (Solas *et al.*, 2009).

Importancia del proceso de congelación en cuanto a la calidad final del pescado

El inicio de la congelación depende en gran medida de la concentración de las sustancias disueltas en el agua que contiene el pescado, una vez que el agua comienza a congelarse, la cristalización está en función de la velocidad de enfriamiento.

- Si la velocidad es lenta, los núcleos de cristalización serán pocos y los cristales de hielo tendrán una superficie grande lo que puede provocar que se rompan las células del alimento, produciendo una pérdida de agua en la descongelación.

- Si la velocidad de congelación es mayor, el número de cristales aumenta y su tamaño disminuye, minimizando el daño sobre las membranas celulares del pescado y como consecuencia el exudado en la descongelación.

Una congelación lenta puede llevar consigo una pérdida calidad, mientras que una congelación rápida permite preservar la textura del alimento, dado que se pierde menos agua en el proceso de descongelación (ADEPESCA, 2016).

Formas alternativas para congelar piezas de pescado fresco de alto valor añadido

La denominada ultracongelación es una congelación rápida y es el mejor procedimiento de aplicación de frío ya que los cristales de hielo que se forman durante el proceso son más finos y regulares dentro de las células, por lo que el daño en los tejidos del alimento se minimiza y se reduce la pérdida de agua en el proceso de descongelación.

Algunos tipos de ultracongelación son:

Congelación criogénica

Se realiza con líquidos a muy bajas temperaturas y alta velocidad, por aspersión o inmersión, los refrigerantes que habitualmente se utilizan son el nitrógeno líquido (-196 °C) y el anhídrido carbónico líquido (-79 °C), este tipo de congelación permite mantener la estructura celular del alimento casi intacta (las pérdidas por deshidratación son de aproximadamente 0.1 a 1 % mientras en los sistemas tradicionales pierden entre un 5 y 10 %).

Congelación asistida por alta presión

Consiste en congelar el alimento mientras se aplica una presión más elevada que la atmosférica de forma constante, de este modo se consigue que el agua congelada tenga un menor volumen específico, utilizando este método se obtienen tiempos de congelación reducidos, aunque la capacidad de retención de agua y el color puede empeorar comparados con la congelación a presión atmosférica debido a las desnaturalizaciones proteicas que se producen (ADEPESCA, 2016).

Ventajas

- Es un método al alcance de todo el mundo.

- Existen métodos como la ultracongelación que prácticamente no dañan la estructura del pescado y resultan muy apropiados para el consumo de pescado crudo como el sushi y sashimi.
- Se destruye el parásito, por lo que se puede consumir el pescado crudo o poco cocinado sin peligro de infestación.

Inconvenientes

- Los equipos de ultracongelación suponen una inversión elevada.
- Si la congelación no se realiza correctamente puede dañar las membranas del pescado, haciendo que pierda calidad al descongelarse.

(ADEPESCA, 2016).

2.5.2 Calentamiento

El cocinado de pescado por calor puede aplicarse por medio de los tratamientos convencionales en los que el calor se propaga por conducción desde la superficie hacia el centro térmico, el tratamiento mínimo de aplicación de calor recomendado por EFSA (2010) para producir la muerte de las larvas de anisakis es $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro térmico durante un tiempo igual o superior a 1 minuto, sin embargo, en estudios realizados en larvas aisladas se ha observado que el tiempo necesario para producir la muerte del 100 % de las larvas es superior a 1 min y depende del lote de larvas (Vidacek *et al.*, 2010).

Se considera que cuando se aplica calor en los tratamientos térmicos convencionales el tiempo varía en función del grosor de la pieza, hay que tener en cuenta que las condiciones de tiempo-temperatura necesarias para matar las larvas pueden no darse en zonas donde estas están alojadas, sobre todo en piezas de gran tamaño, ya que el tratamiento térmico que se da al cocinar el pescado es a veces muy ligero (plancha, hervido, etc.) para evitar modificaciones sensoriales no deseadas, por lo que la temperatura que se alcanza en la superficie es muy diferente a la del centro térmico, los productos correctamente hervidos o fritos, los ahumados en caliente, los pasteurizados y los cocinados la vacío son totalmente seguros (AECOSAN, 2005).

Para comprobar que se ha alcanzado la temperatura mínima necesaria, en restauración está especialmente indicado el uso de termómetros de cocina (termómetros especiales para alimentos) (AESAN, 2009).

Ventajas

- Es accesible a todos los consumidores.
- Los tratamientos con calor son muy adecuados para el consumo de pescado cocinado.

Inconvenientes

- No soluciona el problema para un consumo de pescado crudo.

(ADEPESCA, 2016).

2.5.2.1 Calentamiento por microondas

En el calentamiento por microondas el calor se genera en todo el espesor que alcanzan las microondas (aprox. 1,5 cm desde la superficie en hornos de microondas domésticos) con el inconveniente añadido de que incluso en esta zona la distribución del calor no es uniforme, por lo que se generan zonas recalentadas y zonas frías (Lane *et al.*, 1988), lo que dependiendo del espesor de la pieza pudiera ser que las zonas donde estaban alojadas las larvas no fuesen calentadas.

El cocinado en microondas mata las larvas de anisakis, siempre y cuando se garanticen las condiciones mínimas de temperatura y tiempo, se tome la precaución de dar una o dos vueltas al pescado durante la cocción para eliminar puntos fríos y, una vez cocinado, se deje reposar la pieza cubierta durante, al menos, 2 minutos para permitir que la temperatura se distribuya de forma homogénea por el producto, ya que las microondas alcanzan un determinado espesor en el alimento y el resto del calentamiento se produce por conducción (AESAN, 2005).

Parece ser que las larvas mueren cuando la temperatura interna del pescado alcanza los 77 °C, en el Cuadro 2 se muestran los resultados de un estudio con filetes de pescado (166-467 g. de peso y 0.5-1.75 cm de grosor) calentados con un microondas de 700 W al máximo de potencia (Adams *et al.*, 1999).

Cuadro 2. Supervivencia de las larvas de anisakis en un tratamiento con microondas.

Temperatura de tratamiento	Supervivencia
60 °C	31 %
65 °C	11 %
71 °C	2 %
77 °C	0 %

Fuente: Adams, *et al.*, 1999.

Aunque se produzca la muerte de las larvas al tratarlas por calor se han detectado antígenos termoestables en las condiciones de calentamiento más extremas estudiadas, incluso si las larvas estaban congeladas antes de aplicar el tratamiento de calor (Rodríguez *et al.*, 2010).

Ventajas

- Es accesible a todos los consumidores.

Inconvenientes

- La distribución del calor no es uniforme.
- No soluciona el problema para un consumo de pescado crudo.

2.5.3 Adición de sal o salmuera

La salmuera puede reducir el peligro del parásito, pero no lo eliminan, ni lo reducen a un nivel aceptable, si no se realiza por un tiempo prolongado (FAO, 2016) (OMS, FAO, 2012) (AECOSAN, 2005).

Los datos descritos en la bibliografía difieren ya que en la mayoría de los trabajos publicados el efecto de la sal se estudia conjuntamente con una disminución del pH., en arenques salados producidos en condiciones industriales se ha estimado que el tiempo necesario para matar los parásitos es 20 días (AECOSAN, 2016).

Aunque los anisakis son sensibles a la sal se necesitan elevadas concentraciones durante un período prolongado para inactivar las larvas, algunos datos sobre el efecto del NaCl se recogen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Supervivencia de anisakis en distintas concentraciones de sal.

%NaCl en la fase acuosa del tejido muscular (WPS Water Phase Salt)	Tiempo máximo de Supervivencia
4-5	6 - > 17 semanas
6-7	10-12 semanas
8-9	5-6 semanas
15	4 semanas
20	3 semanas

Fuente: Huss *et al.*, 2003.

La salazón en seco inactiva las larvas de la superficie, si no es prolongada, generalmente no inactiva las del interior (Huss *et al.*, 2003).

Las salmueras utilizadas normalmente en los hogares para preparar el típico plato español de “boquerones en vinagre” no destruyen las larvas de anisakis o requieren muchos días (hasta más de un mes) para hacerlo, este hecho hace que varios grupos de investigación trabajen en diferentes tipos de salmueras que sean rápidas y efectivas contra la larva, uno de ellos, de la Universidad de Alcalá de Henares, ha desarrollado una patente en la que se detalla una nueva combinación que invierte mucho menos tiempo para destruir las larvas de anisakis, esta patente, ES2233194, consiste en la preparación de una salmuera con una concentración aproximada del 12 % de cloruro sódico (sal común) y de un mínimo del 10 % de ácido acético (E-260) en lugar de vinagres comerciales, los boquerones, limpios y fileteados se han de sumergir en ella durante 5 días a 4 °C (el tiempo se puede reducir hasta dos días si la concentración de sal es del 40 %), finalmente, los boquerones se pueden alinear o someter a varios lavados antes de su consumo, con esta salmuera, se pueden preparar de forma tradicional los “boquerones en vinagre”, sin necesidad de una congelación previa, con la certeza de destruir al 100 % las larvas de anisakis y conservando sus propiedades organolépticas (ADEPESCA, 2016).

Respecto a la adición de sal, no es necesario congelar en los siguientes casos:

- Cuando la concentración de sal durante un tiempo igual o superior a 6 semanas es del 8-9 %, (AESAN, 2007).
- Cuando la concentración de sal en el pescado alcance niveles entre el 10 % y el 20 % de NaCl y se mantenga así durante cuatro a cinco semanas, en este caso estarían los “pescados medianamente salados” (Codex Alimentarius, 2004).

- Cuando la concentración de sal en el pescado alcance niveles al menos del 20 % de NaCl y se mantenga así durante tres semanas, en este caso estarían los “pescados muy salados” (Codex Alimentarius, 2004).

Ventajas

- Posibilita consumir el pescado crudo.

Inconvenientes

- Necesidad de tiempo prolongando de aplicación y elevadas concentraciones para que sea efectivo.

2.5.4 Efecto del pH

La aplicación de pH ácido para prolongar el período de conservación de los pescados se da en muchos productos tradicionales tales como boquerones en vinagre, ceviche, etc., se considera que estos tratamientos dados en condiciones domésticas o industriales no son suficientes para producir la muerte de las larvas, por lo que en Europa es obligatorio para los establecimientos que sirven comida a los consumidores finales o a colectividades, congelar el pescado que se va a someter a estos tratamientos (Karl *et al.*, 1995).

Para la destrucción de las larvas sería necesario mantener durante 35 días una concentración del 2,5 % de ácido acético y 6 % de NaCl (AESAN, 2005), ó bien mantener al menos durante 13 días una concentración del 6 % de ácido acético y del 12 % de sal (Sánchez *et al.*, 2005).

Es por esto, que el método tradicional por el que se elaboran los boquerones en vinagre, basado en la permanencia de los mismos en vinagre comercial, con un contenido aproximado del 6 % de ácido acético, y sal durante 4 a 24 horas, resulta insuficiente para la inactivación de las larvas de anisakis (AESAN, 2007) por ello, es necesario congelar previamente los productos que se van a escabechar o marinar (AECOSAN, 2016).

Ventajas

- Posibilita consumir el pescado crudo.

Inconvenientes

- Necesidad de tiempo prolongando de aplicación para que sea efectivo.

2.5.5 Ahumado

Ahumado es un procedimiento por el cual el pescado se trata con humo procedente de la combustión sin llama de leña o materia vegetal, el procedimiento se caracteriza generalmente por una combinación integrada de etapas de salazón, secado, calor y ahumado en una cámara de ahumado, se diferencian dos tipos de ahumados en base a su temperatura.

Ahumado en caliente es un procedimiento por el cual el pescado se ahúma con una combinación apropiada de tiempo y temperatura suficiente para la total coagulación de las proteínas de la carne de pescado, generalmente, el ahumado en caliente es suficiente para eliminar los parásitos, destruir los patógenos bacterianos que no forman esporas y dañar las esporas que causan inquietud para la salud humana.

Ahumado en frío es un procedimiento por el cual el pescado se ahúma con una combinación de temperatura y tiempo, no causará una coagulación considerable en las proteínas de la carne, pero causará una disminución en la actividad acuosa (OMS, FAO, 2012).

Las larvas de anisakis mueren en condiciones de ahumado en caliente (temperaturas superiores a 60 °C se considera que un ahumado a 70 °C - 80 °C durante un tiempo de 3 a 8 horas, produce la muerte de las larvas (FDA, 2001) (Sainclivier, 1985) sin embargo, el ahumado en frío, en el que la temperatura del producto se mantiene por debajo de 38 °C, incluso durante días, no es suficiente para producir la muerte de las larvas, por lo que es necesario someterlo a congelación (EFSA, 2010).

Ventajas

- Mejora las características organolépticas.

Inconvenientes

- El humado en frío no mata los anisakis.

2.5.6 Tratamiento por altas presiones

El empleo de altas presiones en los alimentos es una tecnología que reduce la carga de agentes patógenos que contaminan un alimento, la eliminación de parásitos es una de las posibilidades que ofrece esta tecnología, su modo de acción consiste en someter al alimento a una elevada presión en una cámara de presurización durante un tiempo determinado, la presión se transmite de manera uniforme, independientemente del tamaño, forma y composición del alimento (ADEPESCA, 2016), el método es más efectivo si el proceso se hace en varios ciclos de compresión, descompresión (Molina, 2002).

El objetivo principal del tratamiento por altas presiones de pescado parasitado es producir la muerte de las larvas sin causar cambios en el músculo de pescado que alteren la apariencia y características del pescado crudo, necesarias en ciertas presentaciones culinarias, en general la presión necesaria para matar las larvas de anisakis es menor que la que se utiliza para destruir microorganismos (Tejada, 2011).

Las condiciones mínimas necesarias para producir la muerte de las larvas difieren según los estudios, en todos los casos la presión aplicada es igual o superior a 200 MPa durante 3 a 10 minutos (Molina y Sanz, 2002) (Dong *et al.*, 2003) (Tejada, 2011) (AECOSAN, 2005).

Ventajas

- Es una tecnología que altera mínimamente las propiedades organolépticas (excepto el color).
- Resulta 100 % efectivo en cuanto a la mortalidad de las larvas si se aplican los tiempos y procesos incluidos en el Cuadro 4.

Inconvenientes

- Afecta levemente al color de peces pigmentados.
- Es una tecnología cara, por lo que solo se aplicaría a productos de alto valor añadido.

(ADEPESCA, 2016).

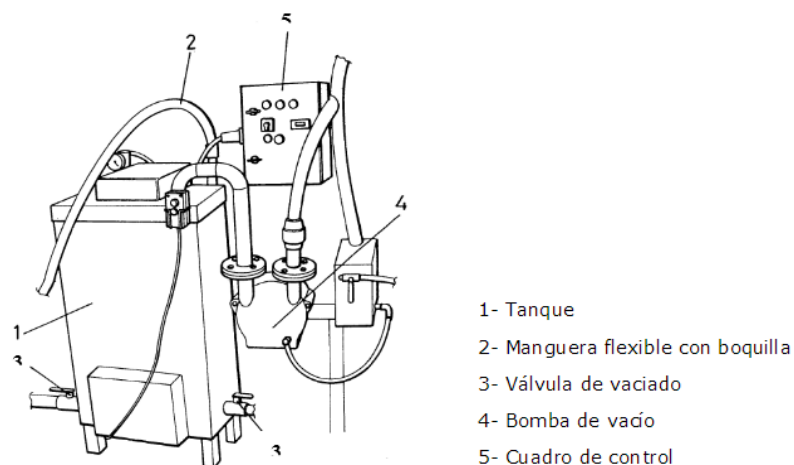
Cuadro 4. Tiempos y presiones de procesamiento mínimo para inactivar las larvas de anisakis.

Temperatura	Tiempo	Presión
10 °C	180 s	207 MPa
10 °C	90 s	276 MPa
10 °C	30 to 60 s	414 MPa
0-15 °C	600 s	200 MPa
0-15 °C	3600 s	140 MPa
0-15 °C	600 s	120 MPa

Fuente: ADEPESCA, 2016.

2.5.7 Succión por vacío

Según la Asociación de Empresarios Detallistas de Pescado y Productos Congelados de la Comunidad de Madrid la succión por vacío consiste en introducir una boquilla en la cavidad abdominal del pescado para succionar tanto los parásitos como el resto de las vísceras que hayan quedado después de la evisceración, estos se van acumulando en un tanque en el que se destruyen térmicamente mediante agua caliente o vapor para evitar la propagación de los parásitos (Figura 8), también se puede recurrir a la trituration para destruir la larva en vez de la temperatura, para ello el tamaño de corte ha de ser inferior al tamaño del parásito.



Fuente: ADEPESCA, 2016.

Figura 8. Máquina para eliminar por succión y destruir las larvas de anisakis.

Este dispositivo está diseñado para utilizarse en un barco inmediatamente después de la evisceración, además, al tratarse térmicamente los residuos succionados por la máquina se previene la propagación de la larva al arrojar los restos al mar, con esta máquina, patentada (ES 222326) por el Fondo de Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca y Cultivos Marinos (FROM) en el 2006, se puede evitar que la larva de anisakis migre masivamente del estómago a la musculatura de los peces, siempre y cuando se utilice con la rapidez necesaria, los prototipos han costado aproximadamente unos 4.800 €, pero se espera que la fabricación industrial reduzca su precio entre 360 y 600 €.

Ventajas

- Destruye las larvas una vez extraídas.
- El equipo no es muy costoso.
- Es un sistema que extrae fácilmente los parásitos.
- No requiere personal especializado.

Inconvenientes

- Es un sistema muy reciente que aún no está comercializado.
- Se deben hacer campañas publicitarias dirigidas a los pescadores para informarles de la existencia de este método para que lo apliquen.

(ADEPESCA, 2016).

2.5.8 Electrocutión

El procedimiento patentado (Bererciartua, 2005) consiste en la aplicación a pescado recién capturado de una electrocución por inmersión del pescado en recipientes con electrolito donde el ánodo y el cátodo proporcionan una intensidad que puede variar en función del tamaño y características del pescado a electrocutar y del parásito a eliminar, se aplica de forma individualizada en pescados grandes o en forma masiva en pescados pequeños, los autores de la patente consideran que se inactivan las larvas sin que se produzcan cambios sensoriales en el pescado.

En el año 2005 se ha publicado el documento de solicitud de una patente (ES2213486) en la que se desarrolla un nuevo método para inactivar las larvas de *Anisakis simplex* presentes en el pescado recién capturado de forma rápida y sencilla, el procedimiento de electrocución es apropiado para utilizarse en los barcos sobre los peces recién capturados, consiste en someter a los peces a una corriente eléctrica para destruir la

larva de *Anisakis simplex* y otros parásitos, cuando se trata de ejemplares grandes se hace de forma individualizada, en cambio si los peces son pequeños se puede hacer de forma masiva por inmersión de los mismos en recipientes con una disolución electrolítica (como agua con sal), el ánodo y el cátodo se ajustan para que proporcionen una intensidad variable en función del tamaño y características del pescado.

Ventajas

- Es un método rápido.
- No requiere personal especializado.
- Utiliza una tecnología sencilla.

Inconvenientes

- Es muy reciente y aún no está comercializado.
- Se deben realizar estudios para comprobar cómo afecta a las propiedades organolépticas del pescado.
- Se requieren estudios para tabular los tiempos e intensidades de electrocución de las larvas presentes en diferentes especies de pescado.

(ADEPESCA, 2016).

2.5.9 Irradiación

Este tratamiento no se considera adecuado ya que las dosis de irradiación que se han visto que son eficaces para producir la muerte de las larvas son muy superiores a las recomendadas para aplicar a pescados y mariscos (3 kGy) (EFSA, 2010) requiriéndose tratamientos de hasta 10 kGy (FDA, 2001), la muerte de la larva se produce por destrucción de la cutícula, hay que considerar que las radiaciones ionizantes afectan negativamente a la calidad organoléptica del pescado como la textura (AECOSAN, 2005).

Otros autores consideran a la irradiación como método de inactivación efectivo para destruir los parásitos, sin embargo, la legislación europea no permite su uso para el tratamiento del pescado (ADEPESCA, 2016).

Inconvenientes

- No está permitido por la legislación europea.

2.5.10 Adición de extractos vegetales y otros productos

Desde hace décadas se está estudiando in vivo e in vitro extractos vegetales para matar las larvas de anisakis, los estudios in vivo se realizan administrando distintos compuestos (derivados monoterpénicos obtenidos de distintos aceites esenciales principalmente) juntamente con las larvas a ratas, mientras que los estudios in vitro tratan de adicionarlos a los alimentos parasitados para disminuir la patogenicidad de la larva (Navarro *et al.*, 2008), se determina el efecto letal sobre la larva cuando se utilizan aislados y la sinergia con otros compuestos en función de la concentración utilizada. Determinados productos vegetales como el jengibre contienen principios activos, como el shogaol y gingerol, que destruyen la larva de anisakis (Rello *et al.*, 2004).

Distintos trabajos realizados con aceites esenciales y sus principales componentes han puesto de manifiesto el creciente interés de los mismos dentro del ámbito de la parasitología, estudios recientes muestran la actividad larvicida in vitro del aceite esencial de la planta aromática perilla (*Perilla frutescens*) frente a la larva L3 de anisakis, el principal componente de este aceite es el perillaldehído, otros compuestos activos frente a la larva son el geraniol, el citral y el citronellol, que están presentes en diferentes aceites esenciales (Hierro *et al.*, 2006).

Ventajas

- Podría mejorar las características organolépticas.

Inconvenientes

- Técnica que un se encuentra en fase de investigación.

2.6 Legislación

Reglamento (CE) Nº 853/2004 del Parlamento europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios, establece que los operadores de la empresa alimentaria deben garantizar que los productos de la pesca se hayan sometido a un examen visual con el fin de detectar los parásitos visibles antes de ser puestos en el mercado, no pondrán en el mercado para uso humano productos de la pesca que estén claramente contaminados con parásitos.

Reglamento (CE) Nº 853/2004 establece la obligación de que los operadores que comercialicen productos de la pesca que vayan a consumirse crudos o escabechados, en salazón o sometidos a cualquier otro tratamiento si este es insuficiente para matar el parásito viable, sometan a esos productos a congelación a -20 °C durante un período mínimo de 24 horas, o -35 °C durante un período mínimo de 15 horas, sin embargo, no hace falta que los operadores lleven a cabo el tratamiento por congelación mencionado anteriormente en los productos de la pesca sometidos a un tratamiento térmico que permita alcanzar una temperatura interior mínima de 60 °C durante un minuto como mínimo, tampoco en el caso de que los productos de la pesca procedan de capturas salvajes o de la acuicultura en los que, debido a su sistema de obtención, se pueda garantizar la ausencia de parásitos (AECOSAN, 2017).

Reglamento (CE) Nº 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, establece normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano, estos controles se realizan a través de procedimientos y programas de control que en España son ejecutados por las comunidades autónomas (AECOSAN, 2017).

Reglamento (CE) Nº 2074/2005 de la Comisión, de 5 de diciembre de 2005, en el que se establecen medidas de aplicación de los reglamentos de higiene alimentaria para determinados productos, se recogen normas detalladas relativas a cómo efectuar las inspecciones visuales que deben realizar los operadores (AECOSAN, 2017) (CECOPESCA, 2016).

Reglamento (CE) Nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, establece normas de como tratar a bordo las vísceras para producir la muerte de las larvas (AECOSAN, 2017).

Real Decreto 1420/20064 se fija la obligatoriedad, para los establecimientos que sirven comida, de someter todos los pescados que se vayan a servir en crudo o casi crudos a un ciclo de congelación de 24 horas a una temperatura igual o inferior a -20 °C, esto incluye productos de la pesca que han sido sometidos a un proceso de ahumado en frío en el que la temperatura central del producto no ha sobrepasado los 60 °C igualmente estarán obligados a garantizar la congelación en las mismas condiciones si se trata de productos de la pesca en escabeche o salados, cuando este proceso no baste para destruir las larvas (AECOSAN, 2017) (MAPAMA, 2012).

Real Decreto 1940/2004, de 27 de septiembre, sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos (AECOSAN, 2017).

Medidas adoptadas por las autoridades competentes ante la detección de incumplimientos

En el marco de este programa, las principales medidas a adoptar serán:

- Propuesta de incoación de expediente sancionador.
- Suspensión de la actividad (parcial o total) del establecimiento.
- Requerimiento de corrección de incumplimientos.
- Requerimiento de revisión del plan APPCC del establecimiento por parte del operador.
- Realización de un nuevo muestreo.
- Retirada del canal de comercialización de los productos afectados.
- Activación de una alerta a través del SCIRI.
- Notificación a otras autoridades competentes que determinarán las medidas operativas a realizar.
- Cualquier otra medida que las autoridades competentes consideren adecuada para garantizar el cumplimiento de las normas por el operador.

(AECOSAN, 2017).

2.7 Sellos de calidad

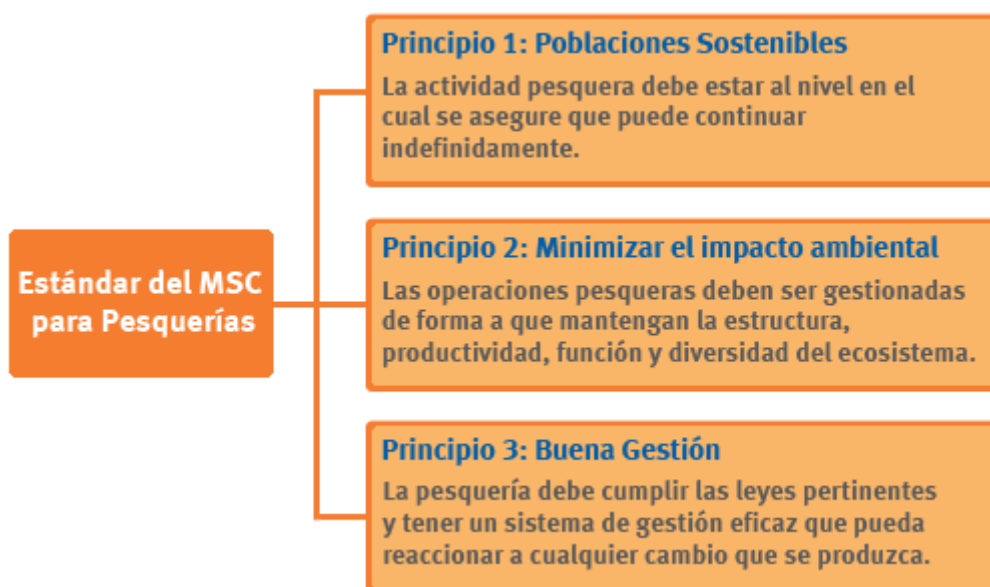
Los consumidores tienen el derecho a saber el arte de pesca, la zona FAO, el caladero de procedencia, informaciones básicas para entender, no solo que el stock está en buena situación, sino que los impactos de las técnicas de pesca se minimizan al máximo (WWF, 2016).

2.7.1 Marine Stewardship Council

El Estándar de Pesquerías del Marine Stewardship Council (MSC) está diseñado para evaluar si una pesquería está bien gestionada y es sostenible, ha sido desarrollado en colaboración con la industria pesquera, científicos y grupos conservacionistas, sólo pueden llevar la ecoetiqueta del MSC aquellos productos del mar procedentes de pesquerías certificadas por el MSC.

La certificación con el Estándar de Pesquerías del MSC es voluntaria y está abierta a todas las pesquerías que practican captura salvaje de organismos marinos o de agua dulce, esto incluye a la mayoría de especies de peces y marisco de cualquier tamaño, tipo y ubicación.

Todas las pesquerías deben cumplir tres principios básicos:



Fuente: Marine Stewardship Council, 2017.

Figura 9. Principios del estándar Marine Stewardship Council.

Para determinar si se cumple cada principio básico, el estándar de pesquerías del MSC cuenta con 28 indicadores de desempeño, dichos indicadores son utilizados por los organismos independientes evaluadores de la conformidad para valorar la pesquería.

(Marine Stewardship Council, 2016)

2.7.2 Friend of the Sea

Es un importante proyecto de certificación internacional para productos de pesquería y acuicultura sostenibles, los productos certificados procedentes de todos los continentes incluyen la mayoría de las especies comercializadas, harina de pescado, alimento para peces y aceite de pescado Omega-3.

Los productos y su procedencia son examinados in situ por organismos independientes de certificación internacional, siguiendo los estrictos criterios de sostenibilidad de Friend of the Sea, en concreto, sólo pueden ser certificados los productos procedentes de poblaciones que no estén sobreexplotadas (art. 30 Directrices de la FAO).

Los criterios de pesca sostenible Friend of the Sea requiere:

- No sobrepesca de acuerdo con la FAO, los órganos pesqueros regionales y autoridades nacionales marinos.
- Ningún impacto relevante en los fondos marinos.
- Método de pesca selectivas (máximo 8 % descartes).
- Ninguna de las especies capturados incidentalmente incluidas en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (International Union for Conservation of Nature).
- Balance de energía y la mejora de la eficiencia de combustible al año.
- Gestión de residuos.
- La responsabilidad social.

(Friend of the sea, 2017).

3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA SUPSA

Datos generales

- **Nombre de la sociedad mercantil:** SUPSA Supermercats Pujol S.L.
- **Nombre abreviado de la sociedad:** SUPSA
- **Superficie de venta total:** 28.627 m2.
- **Almacén central y plantas de productos frescos:** 22.645 m2.
- **Establecimientos totales:** 72
- **Supermercado virtual:** <http://www.plusfresc.cat>
- **Plusfresc** es la empresa líder en superficie de venta de alimentos en Lleida ciudad y comarca: 22.638 m2

Misión

Entusiasmar a nuestros clientes mediante productos de calidad y un servicio personalizado y profesional, ofrecido en establecimientos adaptados para que los clientes se sientan como en casa

Compromisos

- Plusfresc se compromete con los derechos de los clientes.
- Plusfresc se compromete con la calidad del producto.
- Plusfresc se compromete con el entorno.

(SUPSA, 2017).

Plusfresc es una cadena de supermercados que actualmente cuenta con 72 tiendas, las cuales son abastecidas desde su base de distribución ubicada en Lleida. Está dividida en cuatro secciones.

- 1) Productos secos.
- 2) Productos cárnicos.
- 3) Frutas y verduras.
- 4) Pescados y mariscos.

Cada sección tiene un funcionamiento distinto, acorde a las características de cada producto.

En la base de distribución se realiza el nexo entre el proveedor y las tiendas de venta al público. Se recibe en gran volumen los productos enviados por el proveedor y se

lleva a cabo dos importantes labores, primero, verificar que todos los productos se ajustan a los requerimientos de calidad exigidos por el consumidor, segundo, realizar la preparación de pedidos según las necesidades de cada tienda.

3.1 Logística de la sección de pescados

3.1.1 Compra del pescado

Es un punto clave y diferente al resto de secciones, debido a la constante fluctuación día tras día, tanto por la captura del género como por el costo económico que puede alcanzar. Los dos aspectos varían por circunstancias como son las condiciones ambientales, época del año, períodos de veda, zona de pesca, etc., lo que lo que hace necesario una logística rápida para realizar las compras, más aún cuando la sección se abastece con productos de diferentes puertos.

El pescado fresco es adquirido en puertos de Galicia (65 %), Tarragona (15 %), País Vasco (10 %), Francia y Noruega (10 %). La compra en Tarragona (Figura 10) por ser la más cercana, se realiza directamente en el puerto por personal de la sección, las compras en los otros puertos se realizan mediante agentes de compra.



Figura 10. Lonja de Tarragona.

3.1.2 Recepción e inspección

La sección de pescado se caracteriza por vender productos frescos, lo que demanda una continua jornada de trabajo durante la mañana, tarde y noche, en la mañana se realiza la limpieza tanto del lugar como de los materiales de trabajo, por la tarde inicia la recepción del género (Figura 11) proveniente de lonja de Tarragona, que es la de menor volumen; durante el transcurso de la 21:00 h hasta las 02:00 h llega la mayoría del género, que por la naturaleza delicada del pescado, sumado al tiempo limitado para preparar los pedidos, ocasionan que se realice una inspección rápida verificando si ha llegado el género, cantidad y peso adecuados.

El control de calidad se lleva acabo observando las características marcadas en un pescado fresco como son consistencia firme, piel tersa, agallas rojas y que no desprenda un olor desagradable.



Figura 11. Recepción del pescado.

3.1.3 Preparación de pedidos (*Picking*)

Son las tiendas las responsables de solicitar los pedidos a la central de distribución, esto se realiza en base a sus previsiones de ventas, sin embargo, dichos pedidos pueden no ser suministrados; o ser suministrados en su totalidad, incluso con más género que se haya logrado comprar en oportunidad sin dejar de ser de buena calidad, esto en función de las variaciones de las capturas y costo que se presentan día a día.

En algunos casos el pescado llega ya pesado en recipientes de espuma de poliestireno, esto facilita la labor ya que son depositados directamente en los contenedores isotérmicos (Figura 12), por el contrario, el pescado comprado en la lonja de Tarragona tiene que ser segmentado lo que implica pesar nuevamente retardando el proceso. Todo el pescado es transportado con una cobertura plástica, sobre la cual se coloca hielo, conservando así su calidad.

Cabe resaltar que la sección no cuenta con autorización legal para realizar actividades de corte sobre los pescados, pues se considera una zona de distribución y logística, más no de procesamiento.



Figura 12. Zona de preparación de pedidos (*picking*).

3.1.4 Venta del pescado

Finalmente, el contenedor isotérmico deja la central a primeras horas de la mañana, teniendo presente llegar alrededor de las 08:00 h, es decir una hora antes de la apertura de las tiendas, tiempo necesario para organizar la sección de la venta del pescado.

En las tiendas (Figura 13), las actividades realizadas por las responsables de la sección del pescado involucran, eviscerado y corte de las piezas en los diferentes formatos que el cliente requiera, ya sean rodajas, filetes, cubos, tiras etc., es justamente al realizar estas actividades cuando se realiza una inspección visual buscando identificar anisakis.

Solo si se confirma que la infección ha avanzado dentro del músculo del pescado, esté se retirará y remplazara por otro pescado que no presente una infección avanzada. Siempre se busca ofrecer la mejor calidad y de la manera más honesta, generando confianza que luego se ve reflejado en la fidelización el cliente.

Si el cliente así lo requiriera, existe la posibilidad que el producto que acaba de comprar sea cocinado en la propia tienda, siempre y cuando sea al horno, con especies deshidratadas y llegar a un punto de cocción en el cual se pueden inactivar cualquier agente que pudiera causar un daño en la salud del consumidor.



Figura 13. Tienda de pescados.

4 PROPUESTA DE MEJORA

Después de realizar una amplia revisión bibliográfica sobre la problemática relacionada con los anisakis, los métodos de detección y control enfocados a combatir dicho problema, junto con la cadena de distribución del pescado llevada a cabo en el supermercado SUPSA, se busca evaluar la viabilidad de implementación de una técnica de detección que permita reducir la incidencia del problema en sus tiendas.

4.1 Métodos no aplicables

- Microscopia

Incrementa considerablemente la sensibilidad de detección, sin embargo, no deja de ser un método usado en laboratorios con fines de investigación, no es efectiva en la central de distribución ni en las tiendas. Los anisakis pueden ser identificados a simple vista (Figura 14, Figura 15).

- Transiluminación (*candling*)

Metodología usada en la industria procesadora, aplicable únicamente a filetes de pescado, totalmente ineficiente en la detección de anisakis en pescados enteros. SUPSA en busca de ampliar su mercado del producto fresco, vende mayoritariamente pescados que son eviscerados y cortados en las pescaderías de las tiendas, en presencia de los consumidores, por lo cual esta técnica es poco eficiente en la central de distribución donde por restricciones legales no se permite el corte de los pescados.

- Detección por luz ultravioleta

Técnica aplicable solo a filetes de pescado, requiere una habitación oscura, ineficiente en peces enteros.

- Método de presión y fluorescencia

Su lectura final se lleva cabo usando luz ultravioleta, por lo cual se asemeja al método anterior, sin embargo, las etapas previas demandan de tiempo y material de preparación, es un método usado en investigación nada eficiente en la central de distribución mucho menos en las tiendas.

- **Digestión con pepsina en medio ácido**

Método usado en busca de recuperar todos los anisakis vivos presentes en una muestra de pescado, demanda tiempo (24 horas), reactivos, equipos, por lo cual no es aplicable en la central de distribución mucho menos en las tiendas.

- **Detección electromagnética**

Técnica que aún se encuentra en fase de desarrollo y su aplicabilidad estaría direccionada a la gran industria procesadora de pescado.

- **Técnicas genéticas, inmunológicas, detección de alérgenos**

Son técnicas laboriosas llevadas a cabo en laboratorio, las cuales requieren personal especializado, materiales, reactivos y equipos costosos; por lo cual son usadas en estudios de investigación, no son aplicables en la central de distribución donde se cuenta con poco tiempo para distribuir un producto que se aprecia por ser fresco.

4.2 Métodos aplicables

- **Inspección visual**

No deja de ser el método más simple, pero el que mejor se adapta en la central de distribución. Se intenta manipular el pescado lo menos posible, evitando así, golpes que causan pérdidas de calidad, por lo cual, solo una muestra es verificada del total de cada lote de entrada, esto en el caso de pescados que llegan eviscerados como son la merluza (Anexo 4) y el rape (Anexo 5).

Las tiendas de venta son realmente donde se puede constatar la presencia o ausencia del parásito durante la evisceración. Los parásitos que son evidentes a simple vista (Figura 14, Figura 15) serán retirados junto con las vísceras, si al continuar con los cortes se consta que los parásitos han alcanzado el interior músculo, éste se descartará.

Una constante formación al personal responsable de eviscerar los pescados, junto con una correcta gestión de compras por parte de la central de distribución, evitando adquirir género de las zonas de pesca que presentan mayor grado de afectación son actualmente las mejores medidas que se pueden tomar para disminuir el problema (Anexo 1, Anexo 2).

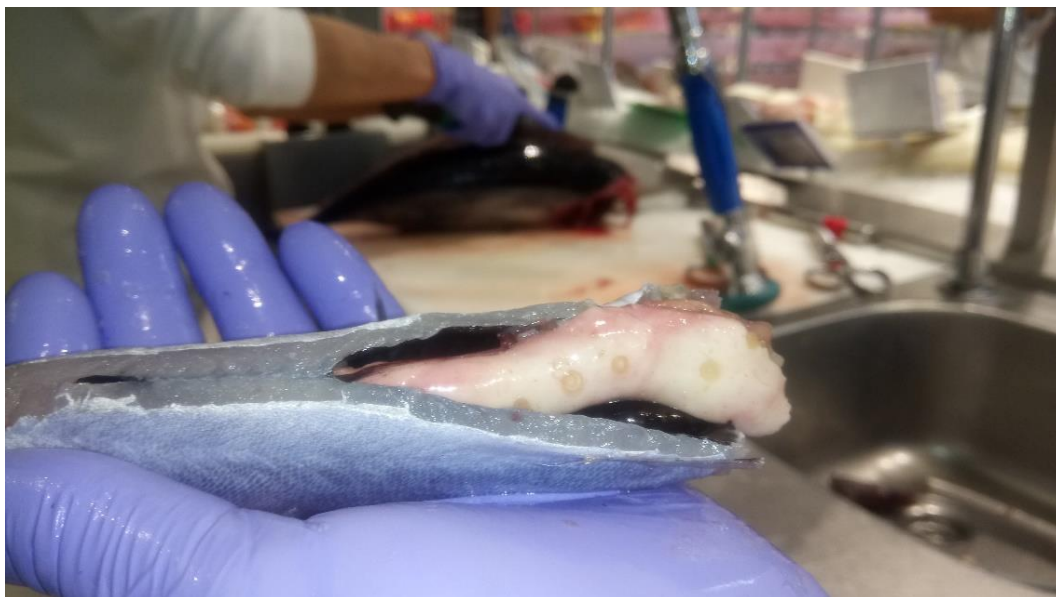


Figura 14. Anisakis presentes en maira ó bacaladilla (*Micromesistius poutassou*).



Figura 15. Anisakis presentes en rape (*Lophius pistorius*).

- **Equipo Scanisakis**

El equipo SCANISAKIS (Figura 16) desarrollado por la empresa Marexi con sede en Vigo-España, se basa en un escáner óptico de alta resolución que, empleando técnicas ópticas, de visión artificial y de procesamiento digital de imagen, es capaz de detectar específicamente la presencia de anisakis en las muestras de pescado y cefalópodos,

El sistema presenta las siguientes funcionalidades:

- Adquisición de imágenes desde sensor óptico.
- Posibilidad de adquisición de imágenes desde archivo (tif, jpg, bmp, etc.).
- Pre-procesado para acondicionamiento de la muestra
- Selección automática/manual sobre la imagen a procesar, de los rangos tonales de cada uno de los elementos a detectar y cuantificar.
- Algoritmos específicos de procesamiento de imagen para la identificación, segmentación y cuantificación de los anisakis (individuos completos y fragmentos) frente a la masa de pescado.
- Interfaz de usuario, a través de monitor táctil, para la introducción manual de información relativa a la especie escaneada, peso, lote de producción, etc., necesaria para el estudio posterior o la generación de informes automáticos.
- Indicación por el interfaz de usuario de las áreas asignadas a cada uno de los elementos:
 - Visualización de anisakis sobre la propia imagen.
 - Indicación del número de anisakis detectado dentro de la imagen.
 - Indicación del área y porcentaje de infección.
 - Indicación de grado de infección en cuatro estados
 1. Libre de anisakis.
 2. Infección leve.
 3. Infección moderada.
 4. Infección intensa.
- Módulo para la generación automática de informes para cada una de las muestras procesadas por el sistema. En este informe se podrá incluir la imagen con las máscaras identificando cada uno de los elementos especificados y realizados, y la información referente a la presencia de cada uno de ellos cuantitativamente (porcentajes, áreas, no infección, infección leve, moderada e intensa, etc.), junto con la información introducida por el usuario.
- Almacenamiento de los resultados de los ensayos en una base de datos.

- Impresión de informes personalizados (logo empresa, laboratorio, configuración de bloques informe, etc.).

(Marexi Marine Technology, 2017).



Fuente: Marexi Marine Technology, 2017.

Figura 16. Equipo Scanisakis.

Presenta el inconveniente que actualmente solo es aplicable a filetes, sin embargo, a medida que avanza su desarrollo se esperaría que pueda ser usado con pescados que no hayan sido eviscerados.

El equipo comercial estándar se comercializa a un costo de 14.000 euros, por lo cual incorporar en cada una de las tiendas no es viable, sin embargo, contar con un equipo en la central de distribución serviría para realizar controles más objetivos, dotando a las tiendas de productos menos parasitados.

4.3 Otras propuestas

Los sellos de calidad junto con el Equipo Tedepad son procedimientos que no se llevan a cabo en la central de distribución. Su aplicabilidad está en la flota pesquera donde podrían disminuir considerablemente la propagación de los anisakis.

- Sellos de calidad

Garantizan que el pescado ha sido capturado mediante el uso de técnicas sostenibles, minimizando el impacto ambiental, por lo cual, comprar a proveedores que cuenten con la eco-etiqueta “Marine Stewardship Council” (Figura 17) ó “Friend of the Sea” ayudará a mejorar la calidad del pescado, además de incorporar un nuevo estándar de calidad en las tiendas incrementando el nivel de confianza en los clientes.



Fuente: Marine Stewardship Council, 2017.

Figura 17. Estándar Marine Stewardship Council.

- Equipo Tedepad

Los métodos de detección nos ayudan a identificar el parásito para evitar que llegue al consumidor, no obstante, el problema se intensifica puesto que, a bordo de los barcos pesqueros se extraen y arrojan las vísceras contaminadas con larvas de anisakis las

cuales serán el alimento para otros peces, infectándolos. Los métodos de detección serán poco efectivos si año tras año el problema se intensifica haciendo que todas las partidas lleguen contaminadas, es por eso que para crear un eficiente control es necesario combatirlo desde su origen, o punto donde se incrementan mayoritariamente la población de anisakis.

Matar las larvas presentes en las vísceras de los peces antes de ser arrojados al mar, es una alternativa, es por ello que la empresa Marexi trabaja en la difusión de su equipo Tedepad.

Es el primer sistema especialmente diseñado para tratar las vísceras que se generan al procesar pescado a bordo de embarcaciones pesqueras (Figura 18), con objetivo de exterminar completamente sus parásitos; En especial los anisákidos, logrando que dichas vísceras puedan ser devueltas al mar sin afectar negativamente a los ecosistemas marinos. De este modo se contribuye a una sustancial reducción de larvas viables en las vísceras que retornar al mar y en consecuencia la incidencia de los parásitos en los caladeros y sobre las poblaciones de peces comerciales.



Fuente: Marexi Marine Technology, 2017.

Figura 18. Equipo Tedepad.

Componentes y Funcionamiento

Tedepad es completamente automático, su instalación en la embarcación no requiere modificaciones importantes, ya que se conecta directamente en las tuberías de extracción de residuos existentes en el parque de pesca.

El equipo consta básicamente de tres bloques principales:

1. Módulo de almacenamiento

Su función es almacenar y atemperar todas las vísceras, que se van generando en la línea de eviscerado en el parque de pesca a bordo de una embarcación comercial. Está formado por un depósito de vísceras con capacidad de hasta 150 litros, configurables según la instalación, cuenta con una doble cámara de protección, una interna de calentamiento rellena de aceite térmico calentado mediante un sistema de resistencias eléctricas y otra cámara externa de aislamiento térmico, rellena de lana de roca.

En este depósito se almacenan las vísceras que se van generando en el proceso de eviscerado, para ser calentadas previamente al proceso de radiación electromagnética que realizará en el módulo reactor, el módulo está dotado de sensores de nivel y temperatura, así como un sistema interno de inyección de agua y aire a presión para el proceso de auto limpieza.

2. Módulo reactor

Su función es exterminar completamente los parásitos anisakis existentes en las vísceras de pescado que se encuentran en su interior. Está formado por un depósito de aleación bimetálica con una capacidad de aproximada de 14 litros, este depósito está rodeado de elementos generadores de campo magnético y microondas que permiten elevar rápidamente la temperatura de las vísceras de pescado, el conjunto está protegido por elementos de aislamiento térmico, un blindaje de acero inoxidable y un sistema interno de refrigeración forzada con aire seco.

El módulo reactor se completa con dos válvulas neumáticas de guillotina, este módulo está dotado de sensores de nivel, presión y temperatura, así como un sistema interno de inyección de agua y aire a presión para el proceso de auto limpieza.

3. Módulo de mando y control

Es el módulo encargado de dar las ordenes necesarias al Tedepad, para que funcione automáticamente sin asistencia, el armario eléctrico y neumático es independiente y

puede ser instalado junto al equipo o bien en un camarote adyacente al parque de pesca, en su interior alberga toda la electrónica generadora de frecuencias, unidades de control y supervisión mediante microprocesador, gestor de alarmas control neumático, panel de mando e indicadores ópticos y acústicos así como todas las protecciones eléctricas establecidas según la legislación vigente.

Durante su funcionamiento el módulo de control está constantemente supervisando el proceso y diagnosticando el equipo.

Características:

- No modifica los hábitos de trabajo en el parque de pesca ni altera los flujos de producción establecidos.
- Funciona automáticamente sin la necesidad de mano de obra adicional.
- Muy bajo mantenimiento, incorpora un sistema interno de auto-limpieza.
- No utiliza aditivos, productos fungibles ni otro material o componente extra; Simplemente se instala y se conecta a los circuitos eléctricos, de agua salada y aire de la embarcación.
- Cumple con todos los requisitos de seguridad, está patentado y certificado con el mercado CE.

(Marexi Marine Technology, 2017).

El equipo se presenta en varios modelos y dependiendo de su capacidad el costo oscila entre 30.000 y 60.000 euros, según la empresa Marexi su equipo ha sido validado con éxito, tanto científica como técnicamente a bordo de buques pesqueros faenando en caladeros internacionales.

5 CONCLUSIONES

- Tanto el tratamiento térmico como la congelación son eficientes para inactivar el parásito, pero no evitan el posible desencadenamiento de una reacción alérgica.
- Las técnicas de microscopia, transiluminación, detección por luz ultravioleta, método de presión y fluorescencia, digestión con pepsina en medio ácido, detección electromagnética, técnicas genéticas e inmunológicas, son métodos que presentan distintos grados de complejidad, requerimiento de materiales, equipos e infraestructura, pero sobre todo un tiempo de ejecución que no es compatible con la logística rápida de la sección de pescados.
- Realizar una correcta gestión de compras, tratando de no adquirir género de caladeros, embarcaciones, y puertos donde se detecta mayor grado de incidencia; junto con la inspección visual, tanto en la central de distribución como en la tienda de venta, son las mejores medidas que se pueden tomar para disminuir la gravedad del problema.
- El equipo Scanisakis y el equipo Tedepad, son tecnologías novedosas que van adquiriendo importancia, tanto en la detección objetiva de anisakis, como en la inactivación de las larvas presentes en las vísceras de pescados antes de ser arrojadas al mar.

6 BIBLIOGRAFÍA

ABC Sociedad. (2015). *De donde viene el pescado que comemos*. Recuperado de http://www.abc.es/sociedad/abci-donde-viene-pescado-comemos-201511112215_noticia.html

Abollo, E., Gestal, C. y Pascual, S. (2001). *Anisakis infestation in marine fish and cephalopods from Galicia waters: an updated perspective*. *Parasitology Research*, 87, pp: 492-499.

Adams AM, Miller KS, Wekell MM, Dong FM. (1999). *Su rvival of Anisakis simplex in microwave processed arrowtooth flounder (Atheresthes stomias)*. *J Food Prot*; 62 (4), p. 403-9.

ADEPESCA (Asociación de Empresarios Detallistas de Pescado y Productos Congelados de la Comunidad de Madrid). (2016). *Informe de Vigilancia Tecnológica Métodos para la detección e inactivación de Anisakis simplex y patologías que produce*. Recuperado de <http://www.parcode.es/centro/documentos/MetodosDeteccionInactivacionAnisakisSimplex.pdf>

AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición). (2005). *Alimentación saludable y actividad física contra la obesidad*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/boletines/AESANoticias_6.pdf

AECOSAN. (2016). *Alergia a Anisakis*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/ALERGIA_ANISAKIS.pdf

AECOSAN. (2016). *La alergia por Anisakis y medidas de prevención*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/ANISAKIS_ALERGIA.pdf

AECOSAN. (2017). *Anisakis*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/para_el_consumidor/ampliacion/anisakis.htm

AECOSAN. (2017). *Programas de control de riesgos biológicos y químicos*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/bloque_III.htm

AECOSAN. (2017). *Seguridad alimentaria Anisakis*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/anisakis.htm

AESAN. (2007). *Medidas para reducir el riesgo asociado a la presencia de Anisakis*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/TRATAMIENTOS_ANISAKIS.pdf

AESAN. (2007). *Medidas para reducir la incidencia de Anisakis*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/TRATAMIENTOS_ANISAKIS.pdf

AESAN (Agencia española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). (2009). *La incidencia de la eliminación del pescado o partes del mismo en relación con la reducción de la prevalencia de la anisakiosis humana*. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/REDUCCION_PREVALENCIA_ANISAKIOSIS.pdf

APROMAR (Asociación empresarial de productores de cultivos marinos). (2012). *Evaluación de la presencia de nematodos del género Anisakis en los pescados de acuicultura marina españoles*. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/fondos-europeos/APROMAR_-_Informe_ANISAKIS_2012_tcm7-327474.pdf

Audicana, M.T., Ansotegui, I.J., Fernández de Corres, L. y Kennedy, M.W. (2002). *Anisakis simplex: dangerous dead and live? Trends in Parasitology*, 18, pp: 20-25.

Audicana, M.T., Kennedy, M.W. (2008). *Anisakis simplex: from obscure infectious worm to inducer of immune hypersensitivity*. Clin Microbiol Rev 21, 360-379.

Bererciartua J.A. (2005). *Procedimiento para eliminar parásitos en pescado*. Patente ES 2 213 486 (B1)

Buendía E., Fernández de Corres L., Del Pozo M. D., Aizpuru F. (2001). *Prevalencia de la sensibilización a Anisakis simplex en tres áreas españolas, en relación a las diferentes*

tasas de consumo de pescado. Relevancia de la alergia a Anisakis simplex. Research Gate. 16: 337-346.

CECOPESCA. (2012). *Los principales parásitos presentes en productos pesqueros: técnicas de estudio e identificación.* Madrid, España.

CECOPESCA (Centro Técnico Nacional De Conservación De Productos De La Pesca). (2016). *Detección de Anisakis.* Recuperado de <http://www.anfaco.es/fotos/biblioteca/docs/cecomails/CECOMAIL%20anisakis.pdf>

Choudhury GS, Jenks WG, Wikswo JP, Bublitz CG. (2002). *Effects of parasite attributes and injected current parameters on electromagnetic detection of parasites in fish muscle.* J Food Sci 67(9):3381–3387

Codex Alimentarius. (2004). *Determinación de la Viabilidad de los Nematodos* (Método modificado con arreglo a la Referencia 1) Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias Comisión del CODEX Alimentarius. 27 período de sesiones Ginebra, 28 de junio - 3 de julio de 2004. Informe de la 36ª reunión del Comité del CODEX sobre higiene de los Alimentos. Washington D.C., Estados Unidos de América, 29 de marzo - 3 de abril de 2004

Codex Alimentarius. (2004). *Norma de Codex para el arenque del atlántico salado y el espadín salado.* CODEX STAN 244-2004.

Codex Alimentarius. (2006). *Informe de la 26ª reunión del Comité del Codex sobre pescado y productos pesqueros.* Recuperado de www.fao.org/docrep/meeting/008/j1682s/j1682s00.htm.

Deardorff, T.L., Kent, M.L. (1989). *Prevalence of larval Anisakis simplex in pen-reared and wild caught salmon (Salmonidae) from Puget Sound, Washington.* J Wildl Dis 25, 416-419.

Dong, F. M., Ton, M. N., Adams, A.M., MacKenzie, A. P., Wekell, M. M. (2000). *Survival of Anisakis simplex in freeze-pro-cessed Arrowtooth flounder (Atheresthes stomias).* Institute of Food Technologists. IFT Annual Meeting, June 10-14, Dallas, TX. Abstract #51A-35.

EFSA (European Food Safety Authority). (2010). *Scientific opinion on risk assessment of parasites in fishery products.* Recuperado de <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1543.pdf> .

ELIKA (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria). (2005). *Anisakis simplex en pescado*. Recuperado de http://www.elika.net/datos/consumidor_destacados_docs/Archivo1/anisakis_simplex_005_es.pdf

FAO. (2003). *Hygiene requirements, controls and inspections in the fish market chain*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3221b.pdf>

FAO. (2006). *Round Worms in Fish*. Recuperado de <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5951e/x5951e01.htm>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma. 224 pp.

FDA. (2001). *Processing Parameters Needed to Control Pathogens in Cold Smoked Fish - Potential Hazards in Cold-Smoked Fish: Parasites*. Chapter V. U. S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition.

FDA. (2011). *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*. Fourth Edition. April 2011, Department of Health and Human Services. Public Health Service. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. Office of Food Safety. Chapter 5 Parasites pag 91-98. Recuperado de <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Seafood/FishandFisheriesProductsHazardsandControlsGuide/UCM252393.pdf>

FDA (Food and Drug Administration). (2012). *Bad Bug Book Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. Recuperado de <https://www.fda.gov/downloads/food/foodborneillnesscontaminants/ucm297627.pdf>

Fernández, S. (1999). *Sensibilización a Anisakis simplex en Málaga. Estudio en pacientes con urticaria aguda recidivante* (Tesis doctoral). Universidad de Málaga, España.

Friend of the sea. (2017). *Sello de calidad de pesca*. Recuperado de <http://www.friendofthesea.org/ES/>

Gómez, B. Lasa, E. Arroabarren, E. Garrido, S. Anda, M. Tabar A. (2003). *Alergia a Anisakis simplex*. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000400004

Heia, K., Sivertsen, A. H., Stormo, S. K., Elvevoll, E., Wold, J. P., and Nilsen, H. (2007). *Detection of nematodes in cod (Gadus morhua) fillets by imaging spectroscopy*. Journal of Food Science 72(1): 11-15

Hierro, I; Valero, A; Navarro, M.C. (2006). *In vivo larvicidal activity of monoterpenic derivatives from aromatic plants against L3 larvae of Anisakis simplex s.l.* Phytomedicine, 13, p. 527–531.

Huss, H.H., Ababouch, L., Gram, L. (2003). *Assessment and management of seafood safety and quality*. FAO fisheries technical paper 444. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Karl, H., Roepstorff A, Huss HH, Bloemsma B. (1995). *Survival of Anisakis larvae in marinated herring fillets*. Int J Food Sci Technol 29, 661-670

Karl, H. (2008). *Nematode larvae in fish on the German market - 20 years of consumer related research*. Arch Lebensmittelhyg 59:107-116

Lane CD, Master R N and Tietbohl RH. (1988). *If your uneaten food moves, take it to a doctor*. J Am Med Assoc 260:340–341

Levsen, A., Midthun, E. (2007). *Occurrence and spatial distribution of Anisakis sp. in three commercially important pelagic fish stocks from the NE Atlantic, with comments on the significance to consumer safety*. Parassitologia 2, 402-403.

Levsen, A., Lunestad, B.T. (2010). *Anisakis third stage larvae in Norwegian spring spawning herring (Clupea harengus L.), with emphasis on larval distribution in the flesh*. Vet Parasitol 171(3-4):247-253

López, M. Gómez, A. Ancillo, Á. Daschner, Á. Suárez de Parga, J. (2000). *Anisakiasis gastro-alérgica: Hipersensibilidad inmediata debida a parasitación por Anisakis simplex*. Recuperado de http://www.aefa.es/wp-content/uploads/2014/04/Anisakiasis-gastro-al%C3%A9rgica_Hipersensibilidad-inmediata-debida-a-parasitaci%C3%B3n-por-Anisakis-simplex.pdf

MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente). (2012). *Los Principales Parásitos Presentes En Productos Pesqueros: Técnicas De Estudio E Identificación*. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad-alimentaria/07-Guia_Parasitos_tcm7-248621_tcm7-320457.pdf

Marexi Marine Technology. (2017). *Products*. Recuperado de <http://www.marexi.com/products.html>

Marine Stewardship Council. (2016). *El estándar de pesquería del MSC*. Recuperado de <https://www.msc.org/acerca-del-msc/estandares/estandares/estandar-msc-para-la-pesca-sostenible>

Mladineo, I. (2003). *Anisakis simplex in the Adriatic Sea*. Periodicum Biologorum, 105(4): 389-392

Molina, A.D., Sanz, P. D. (2002). *Anisakis simplex Larva Killed by High Hydrostatic Pressure Processing*. Journal of Food Protection, 65, p. 383–388.

Moneo, I. Caballero, M. (2002). *Las larvas de Anisakis simplex incubadas en medio ácido diluido liberan alérgenos que pueden tener utilidad en diagnóstico clínico*. Recuperado de <http://revista.seaic.org/agosto2002/201-207.pdf>

Moneo, I., Caballero, M.L., González-Muñoz, M., Rodriguez, A.I.M., Rodríguez, S.P. y Silva, A. (2005). *Isolation of a heat-resistant allergen from fish parasite Anisakis simplex*. Parasitology Research, 96, pp: 285-289.

Navarro, M.C., Noguera, M.A., Romero, M.C., Montilla, M.P., Gonzalez de Selgas, J.M., Valero, A. (2008). *Anisakis simplex s.l.: Larvicidal activity of various monoterpenic derivatives of natural origin against L3 larvae in vitro and in vivo*. Exp Parasitol 120, 295-299.

OMS (Organización Mundial De La Salud), Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO). (2012). *Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i2382s.pdf>

Osanz, A.C. (2001). *Presencia de larvas de anisákidos (Nematoda: Ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona*. (Tesis doctoral). Bellaterra, Cataluña.

Pascual, S., Maroto, J., Gracia, J., Montero, A., González, A.F. y Guerra, A. (2008). *Technological device for avoiding parasite discarding at sea (TEDEPAD-SHIP)*. Congreso: European Multicoloquium of Parasitology, Paris. Problemática Anisakis: Métodos de prevención a bordo. Impacto sobre la Ecología Parasitaria de Ecosistemas. Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC.

Pereira, J.M. (1992). *Algunos aspectos de la epidemiología y prevención de la anisakiosis*. Junta de Castilla y León. Recuperado de <http://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/publicaciones-consejeria/buscador/aspectos-epidemiologia-prevencion-anisakiosis>

Rello Yubero, F.J; Adroher Auroux, F.J; Valero López, A. (2004). *Anisákidos parásitos de peces comerciales. Riesgos asociados a la salud pública*. Anales de la real academia de ciencias veterinarias de Andalucía oriental

Rodero M., González M. L., Esteban M. I. y Cuéllar C. (2000). *Estandarización biológica del extracto alergénico de Anisakis simplex*. Research Gate. 15:299-306.

Rodríguez, M. (2001). *Microbiología y parasitología médicas*. Recuperado de <https://libreriadespertar.files.wordpress.com/2014/07/microbiologc3ada-y-parasitologc3ada-mc3a9dicas-tomo-iii1.pdf>

Rodríguez, M., Tejada, M., González, M., Moneo, I., Solas, M. (2006). *Método de extracción y detección de antígenos de Anisakis en alimentos destinados al consumo humano o animal*. Recuperado de http://digital.csic.es/bitstream/10261/40858/1/2340978_B1.pdf

Rodriguez Mahillo, A.I., Gonzalez Munoz, M., Moneo, I., Solas, M.T., Mendizabal, A., de las Heras, C., Tejada, M., (2008). *Allergenic properties and cuticle microstructure of Anisakis simplex L3 after freezing and pepsin digestion*. J Food Prot 71, 2578-2581.

Rodríguez Mahillo Al., González Muñoz M, de las Heras C, Tejada M, Moneo I. (2010). *Quantification of Anisakis simplex allergens in fresh, long-term frozen and cooked fish muscle*. Foodborne Pathogens and Disease, 7(8), 967-973.

Rückert S, Klimpel S, Al-Qur aishy S, Mehlhorn H, Palm HW. (2008). *Transmission of fish parasites into grouper mariculture* (Serranidae: Epinephelus coioides (Hamilton, 1822) in Lampung Bay, Indonesia. Parasitol Res. Oct 15, 1226-1227 Rückert y col, 2008).

Sánchez-Monsalvez, I., De Armas-Serra, C., Martínez, J., Dorado, M., Sánchez, A. y Rodríguez-Caabeiro, F. (2005). *A New Procedure for Marinating Fresh Anchovies and Ensuring the rapid destruction of Anisakis Larvae*. Journal of Food Protection. 68 (5). pp: 1066-1072.

SEAIC (Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica). (2010). *El Anisakis*. Recuperado de <http://www.seaic.org/pacientes/conozca-sus-causas/anisakis>

Solas MT, García ML, De las Heras C., Rodríguez-Mahillo AI, González-Muñoz M., Moneo, I., Mendizábal A. and Tejada M. (2009). *Anisakis simplex* antigens in fresh and frozen-thawed muscle of anchovies in vinegar. Food Sc. Tech. Int. 15; 139-148.

Stormo SK, Ernstsén A, Nilsen H, Heia K, Sivertsen AH, Elvevoll E. (2004). *Compounds of parasitic roundworm absorbing in the visible region: target molecules for detection of roundworm in Atlantic cod*. J Food Prot 67(7):1522–5

Stormo, SK., Sivertsen A, Heia K., Nilsen H; And Elvevoll E. (2007). *Effects of Single Wavelength Selection for Anisakid Roundworm Larvae Detection through Multispectral Imaging* Journal of Food Protection, Vol. 70, (8): 1890-1895

SUPSA (Supermercats Pujol). (2017). *Misión, Valores y compromiso*. Recuperado de <http://www.plusfresc.cat/es/conoce-plusfresc/nuestra-mision-valores-y-compromisos/>

Tejada, M., Solas, M.T., Navas, A., Mendizabal, A. (2006). *Scanning electron microscopy of Anisakis larvae following different treatments*. J Food Prot 69, 1379-1387.

Tejada M, Solas MT, De las Heras C, Rodríguez-Mahillo AI, González-Muñoz M, Moneo I, Mendizábal A. (2007). *Antigenic activity of Anisakis larvae is conserved after food processing and pepsin treatments*. Parasitologia 49(2) 406

Tejada, M. (2011). *Principales problemas causados por los parásitos de pescado*. Recuperado de http://marexi.com/wordpress/wp-content/uploads/2017/02/ikomargarita_Tejada_fish_fishery_products3.pdf

Valls, A. Pascual, C. (2003). *Anisakis y anisakiosis*. Science Direct, 31, 348-355

WHO (World Health Organization). (2004), *Report of Joint WHO/FAO workshop on food-borne trematode infections in Asia*. Ha Noi, Vietnam, 26-28 November, WHO, WPRO, 1-58

Wootten, R., Cann, D.C. (2001). *Round worms in fish* Marine Laboratory of the Department of Agriculture and Fisheries for Scotland and the Torry Research Station of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

WWF (World Wildlife Fund). (2016). *Proyecto fishforward*. Recuperado de <http://www.fishforward.eu/es/fish-forward-project/the-problem/>

67

A



Anexo 2. Listado de compras.

LISTADO DE COMPRAS

Cofradía :

PESCADORS TARRAGONA
Moli Pesquer S/N
TARRAGONA
FAO 37.1, 37.2
NIF: G43031319



Comprador :

PLUSFRESC
TARRAGONA
TARRAGONA
NIF: 00425

Fecha: 19/07/2017

Número documento: 20000425

Venta / FAO	Especie	Cal./	Env.	Cajas	Peso	Arte Pesca	Lote / Zona Cap.	Precio	Importe	Barco
000142	POPET	6	07	1	5,00	Arrastre	7200130129	5,69	28,45 €	AVI CALERO
EOI	ELEDONE CIRHOSA	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00015	00015-1
000172	POPET	9	07	1	3,35	Arrastre	7200130156	5,74	19,23 €	JOANA SANS
EOI	ELEDONE CIRHOSA	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00005	00198-1
000205	CANANA	1	06	1	3,15	Arrastre	7200130185	5,80	18,27 €	P.ANTARES
SQM	TODARODES	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00001	00187-1
000329	SAGITTATUS	2	06	1	2,75	Arrastre	7200130304	12,40	34,10 €	PATXI
HKE	LLUC M	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00028	00028-1
000368	MERLUCCIIUS	1	01	1	4,50	Arrastre	7200130340	8,50	38,25 €	J.FORTUNY
MUT	MULLUS BARBATUS	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		10019	00019-1
000380	POP..	1	04	1	7,90	Arrastre	7200130350	5,84	46,14 €	J.FORTUNY
EOI	ELEDONE CIRHOSA	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		10019	00019-1
000386	LLUC M	1	06	2	7,50	Arrastre	7200130355	12,60	94,50 €	NOELIA SEGUN
HKE	MERLUCCIIUS	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00003	00193-1
000394	CANANA	1	01	1	4,90	Arrastre	7200130363	5,40	26,46 €	NOELIA SEGUN
SQM	TODARODES	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00003	00193-1
000421	SAGITTATUS	2	04	1	6,55	Arrastre	7200130385	4,89	32,03 €	NOELIA SEGUN
EOI	POP..	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00003	00193-1
000429	POPET	2	07	1	3,00	Arrastre	7200130393	17,85	53,55 €	JUAN I MARIA
EOI	ELEDONE CIRHOSA	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00041	00041-1
000442	LLUC M	1	01	2	10,85	Arrastre	7200130406	12,50	135,63 €	JUAN I MARIA
HKE	MERLUCCIIUS	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00041	00041-1
000550	LLUC M	2	06	1	2,40	Arrastre	7200130502	11,00	26,40 €	HNS-PEDROL
HKE	MERLUCCIIUS	Mét.Prod.: Capturado				Pres.: Con cabeza	Mar Mediterráneo		00073	00073-1

Total : 14 61,85 Kg.

553.01 €

Anexo 3. Maira ó bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), zona de captura Atlántico noreste.



Anexo 4. Merluza (*Merluccius merluccius*), zona de captura Atlántico noreste.



Anexo 5. Rape negro (*Lophius pistorius*), zona de captura Atlántico noreste.

